



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

EVALUACIÓN SENSORIAL Y FÍSICO- QUÍMICA DE NÉCTARES MIXTOS DE FRUTAS A DIFERENTES PROPORCIONES

Gerardo Grández Gil

Piura, 08 de Septiembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y Sistemas

Septiembre 2008



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

**UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



“Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones”

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

Gerardo Grández Gil

Asesor: Dr. Ing. Gastón Cruz Alcedo

Piura, Setiembre 2008

Prólogo

En la industria de los alimentos, la introducción de un producto al mercado se rige mayormente por la evaluación subjetiva de las características sensoriales de un producto, es decir, aspectos percibidos sensiblemente por los consumidores. Sin embargo, esta evaluación debe complementarse con alguna técnica o herramienta que aporte objetividad en el proceso de desarrollo de un producto. La *evaluación sensorial* de alimentos consiste en la aplicación de un análisis estadístico que permitirá evaluar objetivamente la información que proporciona un jurado de degustadores.

Dentro del mercado nacional e internacional de las bebidas, se observa como tendencias el consumo de bebidas, tales como: energizantes, light, orgánicas y los “blends” o mixtura de frutas. En el mercado nacional de bebidas de frutas, son pocas las marcas comerciales de néctares que elaboran mixturas de frutas, la mayoría de estas bebidas son elaboradas empleando una sola fruta. Debemos tener en cuenta que la elaboración de un “blend” o néctar mixto de frutas no es tarea fácil si realmente se intenta optimizar la formulación.

Siendo el departamento de Piura el principal productor y exportador de mango y de maracuyá del Perú, me propuse emplear estas frutas en la elaboración de un néctar mixto empleando la técnica del análisis sensorial.

Agradezco al Dr. Ing. Gastón Cruz por su permanente asesoramiento en el tema de la evaluación sensorial de alimentos, al personal del Laboratorio de Química de la Universidad de Piura por la prestación de sus instalaciones y equipo de laboratorio.

Asimismo, debo reconocer la colaboración del Dr. Ing. César Angulo en la observación y aporte de conceptos en el capítulo estadístico; a la Ing. María Sofía Dunin-Borkowski del Programa de Ingeniería Civil por su apoyo en la utilización de un software de geografía estadística para mapeo digital.

Por último y no menos importante, merece un especial agradecimiento la empresa FRUPESA quien donó la pulpa de fruta utilizada en el desarrollo de la parte experimental.

Resumen

El objetivo de este trabajo es desarrollar un néctar de mango y maracuyá, optimizando la formulación a través de pruebas sensoriales de doce formulaciones a diferentes proporciones de mango, maracuyá y azúcar. El análisis de correlación y regresión determinó las características organolépticas que definen fuertemente la calidad del néctar. La optimización de la formulación se apoyó de una gráfica que interpola las calificaciones del néctar.

Se formó un panel de evaluadores semi-entrenados que evaluaron las doce formulaciones mediante una encuesta de escala no estructurada, donde se evaluó: color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor e impresión general. Los parámetros físico-químicos calculados fueron: °Brix, acidez titulable, pH, viscosidad y °Brix/acidez titulable.

El análisis de varianza ($p < 0,05$), el análisis de correlación y regresión determinaron que el dulzor, la tipicidad del sabor y del olor tienen alta correlación con la aceptación del néctar. La prueba de comparación múltiple de Fisher determinó que el color, acidez y consistencia no tienen diferencias significativas entre las formulaciones. La formulación óptima contiene 40% de mango, 10% maracuyá y 9,34% de azúcar.

Índice

Introducción	1
---------------------------	---

Capítulo 1: Tecnologías de procesamiento de frutas y evaluación sensorial

1.1 Generalidades de las frutas utilizadas	3
1.2 Terminología del Codex Alimentarius	6
1.3 Procesamiento de pulpas y néctares de fruta	7
1.4 Evaluación sensorial de alimentos	
1.4.1 Definición	11
1.4.2 Los sentidos y las propiedades sensoriales	12
1.4.3 Pruebas sensoriales	14

Capítulo 2: Parte experimental

2.1 Descripción de la materia prima	19
2.2 Conformación del panel de evaluadores	20
2.3 Preparación de las formulaciones	
2.3.1 Materiales	21
2.3.2 Procedimiento.....	21
2.4 Condiciones de la evaluación	22
2.5 Diseño experimental	23
2.6 Prueba sensorial	23
2.7 Análisis estadístico	26
2.8 Análisis físico-químicos	26

Capítulo 3: Resultados físico-químicos y sensoriales

3.1 Resultados físico-químicos.....	27
3.2 Resultados sensoriales.....	32

Capítulo 4: Evaluación estadística de los resultados

4.1	Comparaciones múltiples entre formulaciones	43
4.2	Análisis de correlación	
4.2.1	Análisis de correlación entre parámetros sensoriales	59
4.2.2	Análisis de correlación entre parámetros físico-químicos y sensoriales	61
4.3	Análisis de regresión	64
4.4	Análisis de pendientes	73
4.5	Interpolación de una superficie	73
Conclusiones		79
Referencias bibliográficas		81
Anexos		83

Introducción

El consumo de bebidas en nuestro país viene registrando un excelente desempeño, principalmente en el mercado de jugos y néctares de frutas. En época de invierno, el consumo de estas bebidas en provincias se ha igualado a su consumo en la capital, Lima. Por esta razón se prevé que las empresas den un giro de su producción a provincias, aprovechando las temperaturas más altas y el aumento del poder adquisitivo de la población [1]. En este contexto, el departamento de Piura enfrenta una oportunidad por contar con frutas de amplia ventaja comparativa.

En las últimas décadas, las exportaciones de mango y maracuyá, tanto fresco como procesado, se han incrementado considerablemente, siendo Piura el principal departamento productor de mango. Así mismo, la exportación de maracuyá crece a tasas de 22% al año [2]. En ambos frutales, la demanda internacional ha posibilitado el incremento de las hectáreas dedicadas a su cultivo.

Así mismo, en el mercado se aprecian marcadas tendencias como: el consumo de frutas y hortalizas, la preferencia por alimentos saludables, enriquecidos o funcionales que previenen enfermedades, la practicidad de jugos listos para beber o RTD (“Ready to Drink” por sus siglas en inglés), la sustitución de bebidas carbonatadas, la preferencia por sabores exóticos, entre otros.

Actualmente las bebidas mixtas de frutas o “*blends*” gozan de gran aceptación en el mercado de consumo por la combinación de las características sensoriales (sabor, aroma, textura, etc.) y por el valor nutricional de sus frutas componentes. En el Perú, una empresa reconocida de jugos y pocas marcas regionales elaboran jugos y néctares mixtos de frutas.

La fruta que más se comercializa en el mercado nacional y mundial es el de mango. El maracuyá cuenta con numerosas cualidades nutricionales y una acidez acentuada, característica que la hace poco utilizada en la elaboración de néctares puros de maracuyá. Sin embargo, en bebidas es empleada en baja proporción como enriquecedor de otra fruta.

El presente tema de tesis pretende desarrollar un néctar mixto de frutas empleando una herramienta que permita evaluar objetivamente cuál es la mejor combinación de frutas, asociando para este fin todas las variables disponibles: de los consumidores (sensoriales) y del producto (físico-químicas). Esta herramienta es conocida como análisis sensorial y es útil para encontrar diferencias significativas entre muestras y así optimizar estadísticamente una variable de estudio. En la industria, incluida la de alimentos, el análisis sensorial forma parte importante en el desarrollo de un producto.

Un estudio hecho en el Departamento de Química de la Universidad Federal de Bahía en Brasil sobre la aceptación sensorial de un néctar de papaya, maracuyá y acerola describe los resultados de pruebas sensoriales empleando variadas frutas tropicales. Además se estima gran potencial de éxito en el mercado para ésta y otras mixturas frutas.

En internet y en la bibliografía consultada no se encontró estudios de evaluación sensorial de néctares mixtos en universidades peruanas. Abundan los estudios y diseño de plantas procesadoras para la elaboración de néctares y pulpas con el empleo de una fruta determinada.

Se conformó un panel de 11 evaluadores, los que evaluaron las características organolépticas o sensoriales (color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor, impresión general) de 12 formulaciones o néctares a diferentes proporciones de mango y maracuyá.

El desarrollo de la tesis se hace en cuatro capítulos. Los dos primeros corresponden a la parte teórica y descriptiva, mientras que los capítulos tres y cuatro se refieren a la parte experimental y análisis de los resultados.

En el primer capítulo se exponen algunas generalidades sobre las frutas empleadas, las tecnologías de procesamiento de frutas y una breve introducción a la técnica de Análisis Sensorial. El segundo capítulo explica el procedimiento seguido y las características del presente trabajo: las pulpas de frutas, materiales e insumos empleados, la preparación del diseño experimental y los análisis físico-químicos y sensoriales realizados. El tercer capítulo resume los resultados físico-químicos y sensoriales realizados. El cuarto y último capítulo evalúa los datos estadísticamente: correlaciona los variables organolépticos o sensoriales, somete a análisis de regresión las relaciones con alta correlación y finalmente se calcula una superficie que interpole los puntos de aceptación del néctar.

Capítulo 1

Tecnologías de procesamiento de frutas y evaluación sensorial de alimentos

1.1 Generalidades de las frutas utilizadas

Mango (Mangifera indica L) [3]

El mango pertenece a la familia Anacardiaceae, que incluye alrededor de 600 miembros. Es una fruta muy popular, conocida también como “la reina de las frutas”. Se cree que es una de las frutas más antiguas cultivadas; su origen es encontrado en la región IndoBurma. Su temperatura óptima de crecimiento es de 24-27 °C, en suelos cuyo pH esté alrededor de 5,5-7,5.

Es una fruta climatérica que en estado de maduración, ideal para el consumo, dura pocos días. Su pulpa tiene un color amarillo y de sabor típico al de la fruta original.

El mango es una gran fuente de carotenoides, su contenido aumenta durante su madurez; es una buena fuente de provitamina A, vitamina B y contiene cantidades variantes de vitamina C (ver detalle en Tabla 1.1). El ácido predominante es el ácido cítrico aunque también contiene proporciones menores de ácido málico, succínico, urónico, tartárico y oxálico.

La semilla del mango abarca del 9 al 27% aproximadamente del peso total de la fruta. La parte comestible del fruto corresponde entre el 60 a 75%. El componente principal de la parte comestible es el agua en un 82%. El contenido de azúcar varía de 10-20% y de las proteínas es un 0,5%.

Las variedades de mango se agrupan en: rojas, verdes y amarillas. En el Perú, se cultiva la variedad roja, dentro de la cual las más conocidas son: Tommy Atkins, Haden, Kent, Edgard; y de la variedad amarilla, contamos con: el “criollo de Chulucanas”, el “chato de Ica” y el “rosado de Ica”.

Tabla 1.1: Composición nutricional de una porción de 100 g de mango

Agua	81,7 g
Calorías	66,0 Cal
Proteína	0,7 g
Grasa	0,4 g
Carbohidratos totales	16,8 g
Fibra	0,9 g
Ceniza	0,4 g
Calcio	10,0 mg
Fósforo	13,0 mg
Hierro	0,4 mg
Sodio	7,0 mg
Potasio	189,0 mg
Vitamina A	4 800 UI
Tiamina	0,05 mg
Riboflavina	0,05 mg
Niacina	1,1 mg
Ácido ascórbico	35,0 mg

El mango se comercializa en diferentes formas o presentaciones, tales como: fruta fresca, pulpa simple, pulpa concentrada, jugo, néctar, conserva, deshidratado, congelado, mermelada, yogurt, etc.



Figura 1.1: Principales presentaciones comerciales del mango

En Piura, las principales zonas productoras son los valles de San Lorenzo (53%), Chira (20%) y el Alto Piura (8%). Se destaca también las regiones de Lambayeque (14%), La Libertad, Cajamarca y Ancash (Casma). En el 2005 la producción nacional de mango nuevamente alcanzó un nivel histórico, creciendo 10,6% hasta las 303,3 mil toneladas. [4]

La mayor cantidad de pulpa de mango procesada en el Perú es exportada a los mercados de Estados Unidos (51%), Holanda (23%), Canadá (5%), Inglaterra (6%), España (5%), Francia (5%), Nueva Zelanda, Panamá, Bélgica y Hong Kong. [5]

Las variedades que más exporta el Perú son: Haden, Tommy Atkins y Kent. Entre las cuales, la variedad Kent es la que lidera el rubro.

Las exportaciones peruanas de mango procesado se detallan en la Tabla 1.2, dividida en dos partidas arancelarias: “mangos preparados o conservados” y “jugo de mango”. Vale recalcar que en las mencionadas partidas, a veces se consigna el mismo producto (pulpa de mango).

Tabla 1.2: Exportaciones peruanas de mango

		Valor FOB (US\$)	Peso (kg)
Mangos preparados o conservados Partida: 2008.99.30.00	2005	2 613 200	3 282 762
	2006	4 248 622	4 982 733
	2007	4 388 154	4 584 553
Jugo de mango Partida: 2009.80.14.00	2005	1 774 901	2 251 739
	2006	2 381 053	3 223 840
	2007	2749 081	3 150 027

Fuente: SUNAT-ADUANAS [6]

Maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) [7]

Es una fruta originaria de Centroamérica. El maracuyá es largamente cultivada y procesada en todo el mundo. Perú, Venezuela, Sudáfrica, Sri Lanka, Australia, Kenia, Colombia, Ecuador, Costa Rica, entre otros son ejemplos de productores, siendo Brasil el mayor productor mundial.

Existen dos variedades de maracuyá: el maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* variedad *flavicarpa* Degener) y el maracuyá morado (*Passiflora edulis* variedad *púrpura* Sims).

Su sabor agridulce es muy refrescante, exótico, afrutado. Por su aroma y acidez se consume principalmente en jugos.

El agua es su mayor componente (85%). Posee un alto contenido calórico por su elevada cantidad de hidratos de carbono. La composición nutricional y vitamínica de jugo de maracuyá se detalla en la Tabla 1.3.

Se destaca su contenido de provitamina A, vitamina C y respecto a los minerales, su aporte de potasio, fósforo y magnesio. La variedad amarilla es más rica en minerales y en provitamina A que la morada.

La provitamina A o beta caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita. Dicha vitamina es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. La vitamina C es antioxidante, interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. El potasio interviene en la transmisión y generación del impulso nervioso y en la actividad muscular, en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El fósforo interviene en la formación de huesos y dientes y participa en el metabolismo energético. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, también forma parte de huesos y dientes. Además, contiene una cantidad elevada de fibra, que mejora el tránsito intestinal y reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades. [8]

El maracuyá se recomienda para bajar la presión arterial, como tranquilizante o como fuente de vitamina C. [9]

Se utiliza en la elaboración de refrescos, néctares, yogurt, licores, helados, enlatados, preparación de tortas y pudines, entre otras aplicaciones o presentaciones.

Tabla 1.3: Composición nutricional de 100 gramos de jugo de maracuyá [10]

Agua	85,0 g
Calorías	78,0 Cal
Proteínas	0,8 g
Grasas	0,6 g
Hidratos de carbono	2,4 g
Fibra	0,2 g
Cenizas	Trazas
Calcio	5,0 mg
Hierro	0,3 mg
Fósforo	18,0 mg
Vitamina A activa	684,0 mg
Tiamina	Trazas
Riboflavina	0,1 mg
Niacina	2,2 mg
Ácido ascórbico	20,0 mg

En la campaña 2002-2003, el Perú produjo 19 700 toneladas y los niveles de rendimiento promedio se ubicaron entre las 11 y 13 toneladas por hectárea al año. Las exportaciones peruanas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1.4: Exportaciones peruanas de maracuyá

		Valor FOB (US\$)	Peso (kg)
Jugo de maracuyá Partida: 2009.80.12.00	2005	3 120 680	1 897 096
	2006	8 453 818	3 370 712
	2007	8 045 746	3 752 049

Fuente: SUNAT-ADUANAS [11]

1.2 Terminología del Codex Alimentarius [12]

El Codex Alimentarius (CODEX STAN 247-2005), reglamento que determina los requerimientos mínimos en la industria de alimentos, establece la siguiente terminología y definiciones para todos los productos derivados de frutas:

Zumo o jugo de fruta: “Líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de la fruta exprimida directamente por procedimientos de extracción mecánica”.

Pulpa de fruta: “Producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante procedimientos idóneos, por ejemplo tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el zumo (jugo)”.

Néctar de fruta: “Producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua a jugos, jugos concentrados, jugos de fruta extraído con agua, pulpa de fruta, puré concentrado de fruta o a una mezcla de éstos; con o sin la adición de azúcares de miel y/o jarabes y/o edulcorantes

según figura en la Norma General para los Aditivos Alimentarios (NGAA). Podrán añadirse sustancias aromáticas, componentes aromatizantes volátiles, pulpa y células, todos los cuales deberán proceder del mismo tipo de fruta y obtenerse por procedimientos físicos. Un néctar mixto de fruta se obtiene a partir de dos o más tipos diferentes de fruta”.

Zumo concentrado de fruta: “Es el jugo de fruta al que se le ha eliminado físicamente el agua en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix al menos en un 50% más que el valor Brix establecido para el zumo (jugo) reconstituido de la misma fruta”.

Pulpa concentrada de fruta: “Es la pulpa de fruta a la que se le ha eliminado físicamente el agua en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix al menos en un 50% más que el valor Brix establecido para el zumo (jugo) reconstituido de la misma fruta”.

1.3 Procesamiento de pulpas y néctares de fruta

El tipo de procesamiento que recibe una fruta para la obtención de jugos y pulpas, depende de las características de la fruta: contenido de pulpa, fibra y agua. Por ejemplo, la naranja tiene un alto contenido de agua, por lo tanto su parte comestible es exprimida hasta obtener el jugo. Caso similar ocurre con la manzana, la cual es prensada. Algunas frutas como el mango o el durazno tienen un alto contenido de pulpa o fibra, en estos casos la operación para extraer la pulpa se denomina “pulpeado”. La Figura 1.2 muestra la máquina conocida como “pulpeadora”, que es utilizada tanto a nivel semi-industrial como industrial.



Figura 1.2: Pulpeadora industrial Brown 202 [13]

Las frutas y en general toda materia prima pueden seguir diversas posibilidades de proceso hasta llegar a todas las presentaciones que se comercializan en el mercado (ver Figura 1.3). Por ejemplo: el mango una vez pelado puede ser troceado para su posterior congelado y ser empacado como trozos congelados o liofilizados. Este último proceso busca obtener el mango deshidratado previa operación de tamizado. El mango troceado puede utilizarse en la elaboración de almíbares, mermeladas o *chutney* aportando cuerpo y consistencia al producto. Por otro lado, el mango pulpeado puede ser: mezclado con agua y azúcar para la elaboración de néctares, concentrado para aumentar el contenido de sólidos solubles, o congelado.

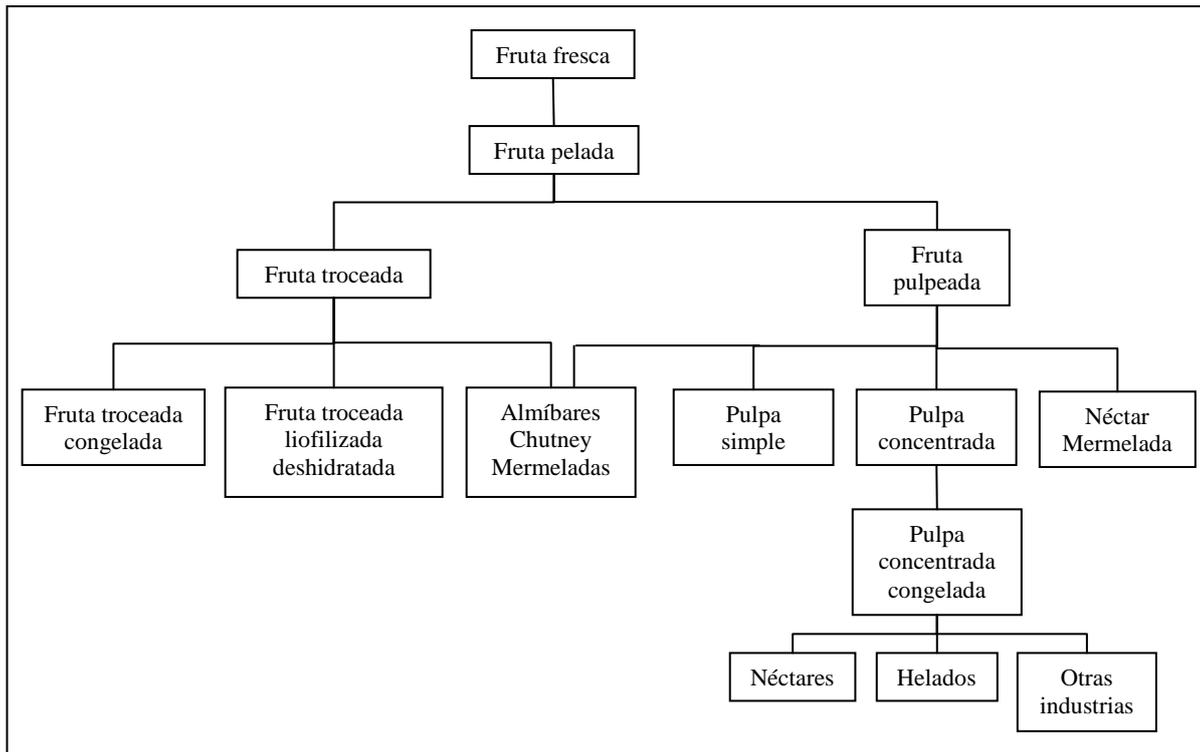


Figura 1.3: Productos derivados del procesamiento de frutas

El flujo de operaciones para la elaboración de pulpas y néctares de frutas es el que se describe a continuación y se resume en la Figura 1.4 [14]:

a) Pesado

Es importante para determinar rendimientos.

b) Selección y clasificación

Por la selección se descartan aquellas frutas de baja calidad por estar magulladas o deterioradas, que las transforman en material de segunda. La clasificación agrupa a las frutas por su tamaño, color o estado de maduración.

c) Lavado y desinfección

Se utiliza agua potable para retirar cualquier partícula extraña adherida a la fruta. Se realiza por: inmersión, agitación o por aspersion. Posteriormente, la fruta se desinfecta usando una solución de hipoclorito de sodio (lejía) de 0,05 a 0,2% de cloro residual.

d) Precocción

En esta etapa se ablanda la fruta para facilitar la etapa de pulpeado. Se utiliza agua a ebullición o con vapor directo por un breve tiempo que puede ir de 5 a 10 minutos. Este tratamiento térmico debe ser detenido en forma rápida mediante un enfriamiento brusco. Además, esta etapa es de vital importancia para inactivar las enzimas responsables del pardeamiento y la aparición de malos olores y sabores.

e) Pelado

Se utilizan cuchillos, agua caliente, vapor o mecánicamente con cuchillos o aparatos similares. Es posible emplear sustancias químicas como el hidróxido de sodio o soda.

f) Pulpeado y refinado (molienda)

En esta operación se obtiene la pulpa o jugo, libre de cáscara, semillas y fibra. A nivel industrial se emplean las pulpeadoras. Se aconseja primero pulpear y luego refinar, con la finalidad de reducir el tamaño de la pulpa obtenida. En esta etapa es posible regular la velocidad de la pulpeadora y variar el diámetro de los orificios del cilindro que lleva incorporado que es por donde sale la pulpa y se retiene la parte no deseable (cáscara y pepas).

g) Estandarizado

Consiste en: diluir la pulpa obtenida con agua en función al sabor y calidad del producto, regular la acidez, regular los sólidos solubles (grados Brix), adicionar preservante y estabilizante para que la pulpa no precipite. Los preservantes más comunes son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio. En la regulación de los grados Brix se emplea azúcar blanca refinada o edulcorantes como aspartame o sucralosa. El ácido cítrico es el insumo más utilizado para regular la acidez del néctar. Como estabilizantes se puede utilizar: CMC (carboximetilcelulosa), goma arábiga, goma xantán, goma de tara, entre otras.

h) Molienda coloidal u homogenización

Se uniformiza la mezcla haciéndola pasar por un molino coloidal o un homogenizador que combina todos los componentes del néctar para obtener un producto uniforme.

i) Tratamiento térmico

Es conocido como pasteurización, consiste en someter la pulpa o néctar a una temperatura y tiempo determinados para eliminar los microorganismos presentes. Generalmente los néctares y jugos son pasteurizados a 97 °C por 30 segundos en un pasteurizador de placas. En forma casera, se emplea una olla con agua hirviendo donde se coloca el néctar por un determinado tiempo.

j) Envasado

Esta operación se debe realizar en caliente a temperatura mayor a 93 °C. Una vez envasado el néctar, se procede inmediatamente a cerrar el envase o recipiente.

k) Enfriado

El néctar es enfriado rápidamente después del envasado para generar un cambio brusco de temperatura y así obtener un cerrado hermético. Manualmente se puede hacer mediante chorros de agua fría o por el paso dentro de un túnel de duchas de agua.

En caso de tratarse de la elaboración de pulpas simples, la operación de estandarizado consiste sólo en adicionar los insumos tales como: antioxidantes o acidulantes. Asimismo, en este caso se omitiría la operación h).

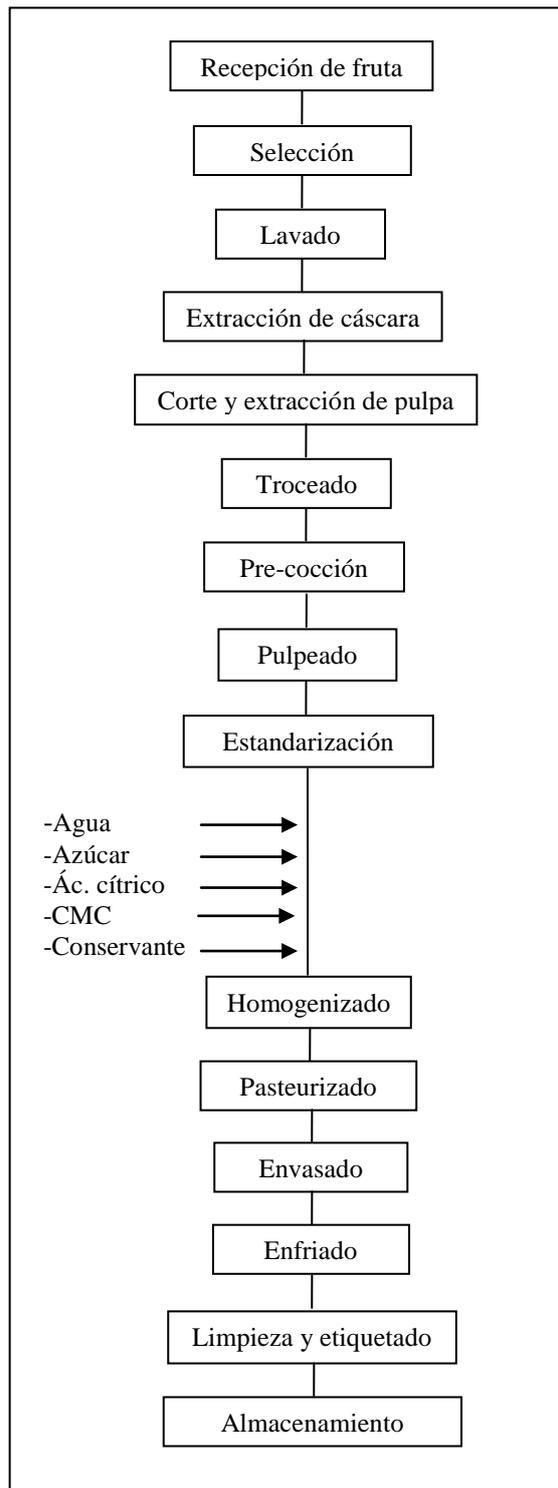


Figura 1.4: Flujo de operaciones para un néctar de frutas

1.4 Evaluación sensorial de alimentos [15, 16, 17]

1.4.1 Definición

La evaluación sensorial de alimentos es una técnica en la ciencia de los alimentos que estudia las características organolépticas de los alimentos a través de las respuestas de un grupo de personas, panel de personas o consumidores, y así aportar objetividad a estas percepciones. Estudia estadísticamente los datos proporcionados por los consumidores.

El *Institute of Food Technologists* (IFT) en 1975 definió a la evaluación sensorial como: “una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones de aquellas características de los alimentos y materiales tal como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición”.

Está constituida por dos partes: el análisis sensorial y el análisis estadístico. El primero tiene por finalidad recabar correctamente las percepciones de un jurado o panel de evaluadores (parte subjetiva) y el segundo, transforma y analiza los datos (parte objetiva).

La evaluación sensorial es multidisciplinaria, recurre a diferentes ramas como: psicología, química, fisiología, estadística. Por esta razón, su aplicación está recibiendo mayor reconocimiento y ha madurado notablemente en los últimos años. Se utiliza en la industria alimentaria, la perfumería, la farmacéutica, la industria de pinturas y tintes, entre otras.

El fundamento del análisis sensorial es que la calidad sensorial de un producto es percibida por el hombre como el resultado de varios estímulos como se muestra en la siguiente figura. De allí deriva la necesidad de descomponer y estudiar esa conducta o respuesta.

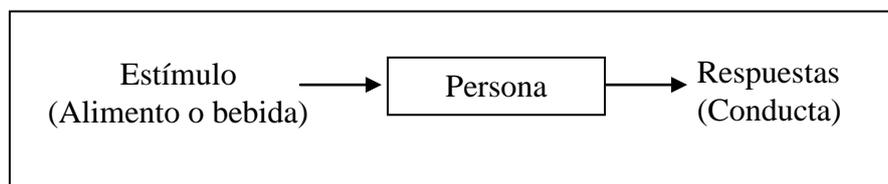


Figura 1.5: Impacto sensorial en el comportamiento humano

Algunas aplicaciones del análisis sensorial se detallan a continuación:

- Determinación de normas, criterios de calidad para la clasificación y evaluación de productos.
- Control de calidad de productos determinando referencias sensoriales de los mismos.
- Evaluación de nuevos cambios en un proceso.
- Determinación de la estabilidad de un producto durante las distintas condiciones de almacenamiento.
- Desarrollo de nuevos productos a través del diseño y aplicación de pruebas sensoriales.
- Correlación entre los parámetros sensoriales, físicos, químicos, mecánicos, etc.
- Percepción humana-discriminativa, es decir, determinar si las adiciones o extracciones mínimas de ingredientes son percibidas significativamente por el consumidor.
- Entre otras.

1.4.2 Los sentidos y las propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que son percibidos por nuestros sentidos. En la siguiente tabla se aprecia las propiedades sensoriales más comunes relacionadas a cada sentido humano.

Tabla 1.5: Principales propiedades sensoriales

Propiedad sensorial	Sentidos
Color	Vista
Apariencia	Vista
Olor	Olfato
Aroma	Olfato
Gusto	Gusto
Sabor	Olfato, gusto
Temperatura	Tacto
Peso	Tacto
Textura	Oído, vista, tacto
Rugosidad	Oído, vista, tacto

A continuación, se describe cada propiedad sensorial:

a) El color:

Es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Los cuerpos blancos reflejan la luz de todas las longitudes de onda, los cuerpos negros absorben todas las longitudes de onda. La medición del color se puede hacer utilizando escalas de color de manera visual o mediante un colorímetro. El color puede influir en la percepción de otro sentido, por ejemplo: un color desagradable puede ser asociado con un sabor desagradable.

Esta propiedad tiene tres características:

- El tono que es el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- La intensidad que depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro de un objeto.
- El brillo que depende de la cantidad de luz que es reflejada por un cuerpo, en comparación con la luz que incide sobre él.

b) La apariencia o impresión visual

Es el aspecto exterior que muestran los alimentos, como expresión resultante del color, el tamaño, la forma y el estado del alimento.

c) El olor

Es la percepción por el olfato de sustancias volátiles liberadas por los objetos. Existe una relación especial entre el olor y el tiempo de percepción. Después de haber retirado una sustancia olorosa, el olfato aún es capaz de percibir el olor por cierto tiempo. Es por esto, que en las pruebas sensoriales de alimentos, los ambientes deben ventilarse. Las pruebas

de medición de olores deben ser rápidas porque las personas se acostumbran a los olores después de un determinado tiempo.

d) El aroma

Se refiere a la percepción de un alimento oloroso después de colocarse en la boca. La muestra es disuelta en la mucosa del paladar y faringe y llega a los centros sensores del olfato, es decir, el aroma no es detectado en la nariz sino en la boca. El aroma es una de las propiedades más importantes de los alimentos.

e) El gusto

Puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo o una combinación de los cuatro. Esta propiedad es percibida por el órgano de la lengua. La habilidad de las personas para detectar cualquier tipo de gusto servirá para que participen en pruebas de sabor.

f) El sabor

Esta propiedad combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. De allí que su evaluación sea compleja de medir. El factor diferenciador entre un alimento y otro está en el sabor. Ésta es la razón por la cual es necesario que los jueces evaluadores tengan su nariz, garganta y lengua en buenas condiciones.

g) La textura

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista o el oído, y se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. El tacto percibirá si un alimento es blando o duro, la vista percibirá la deformación del mismo, el oído nos indicará si es crujiente o jugosa y la lengua si es fibrosa, harinosa o áspera. Los alimentos líquidos también tienen textura, en este caso se utiliza el término “viscosidad del fluido”.

Tabla 1.6: Clasificación de los atributos de textura [18]

Atributos de textura		
Mecánicos	Geométricos	De composición
<i>Primarios</i>	Fibrosidad	Humedad
Dureza	Granulosidad	Grasosidad
Cohesividad	Cristalinidad	Sebosidad
Elasticidad	Esponjosidad	Aceitosidad
Adhesividad	Flexibilidad	Resequedad
Viscosidad	Friabilidad	Harinosidad
	Hilosidad	Suculencia
<i>Secundarios</i>	Tersura	
Fragilidad	Aspereza	
Masticabilidad		
Gomosidad		
Pegosteosidad		
Crujido		

1.4.3 Pruebas sensoriales

Una prueba sensorial es el procedimiento que se lleva a cabo en la evaluación sensorial de alimentos mediante la cual se recaba, de manera ordenada y sistemática, información producto de las observaciones o percepciones humanas dentro de un panel de evaluadores.

En la Tabla 1.7 se presenta los tres tipos de pruebas sensoriales y algunos aspectos a tener en cuenta en cada una de ellas.

Tabla 1.7: Características de las pruebas sensoriales

	Afectiva	Discriminativa	Descriptiva
<u>Objetivo</u>	Determinar si el evaluador gusta o disgusta, acepta o rechaza, o prefiere una muestra sobre otra.	Determinar las diferencias entre las muestras y su respectiva magnitud	Determinar la magnitud de los atributos sensoriales
<u>Pregunta</u>	¿Qué tanto gusta o prefiere cada muestra?	¿Las muestras son diferentes?	¿Cómo difieren las muestras en cada atributo sensorial?
<u>Tipos</u>	- De preferencia	- Comparación pareada simple	- Calificación con escalas no-estructuradas
	- Medición del grado de satisfacción	- Triangular	- Calificación por medio de escalas de intervalo
	- Aceptación	- Dúo-trío	- Calificación por medio de escalas estándar
		- Comparaciones múltiples	- Estimación de magnitud

De las tres pruebas sensoriales, a continuación se explicará con mayor detalle la prueba descriptiva, ya que es la utilizada en el presente trabajo.

Prueba sensorial descriptiva

Las pruebas descriptivas definen las propiedades de un alimento (la textura, el olor, el color, etc.) de la manera más objetiva posible. Independientemente de las preferencias o gustos de los jueces o panelistas, esta prueba intenta conocer la magnitud de la diferencia entre muestras para diferentes atributos del alimento.

Las pruebas descriptivas ofrecen mayor información que las pruebas discriminativas y por tanto tienen un grado mayor de complejidad como por ejemplo: requiere mayor entrenamiento de los jueces y la interpretación de los resultados es más exhaustiva.

Las principales tipos de pruebas descriptivas son:

- Calificación con escalas no-estructuradas
- Calificación con escalas de intervalo
- Calificación con escalas estándar
- Calificación proporcional (estimación de magnitud)
- Medición de atributos sensoriales con relación al tiempo
- Determinación de perfiles sensoriales
- Relaciones psico-físicas.

Los tres primeros tipos de pruebas descriptivas son explicados a continuación:

Calificación con escalas no-estructuradas:

Sólo se cuenta con puntos extremos sobre una línea horizontal, un mínimo y un máximo, sobre la cual el juez o panelista deberá expresar la intensidad del atributo percibido marcando una línea dentro de los extremos.

La ventaja de este método es que no hay necesidad de describir las características de los valores intermedios del atributo, salvo por los nombres que representen los extremos y a veces el centro de la línea horizontal. (ver Figura 1.6)

La desventaja es que la asignación de la intensidad queda a criterio de la persona, aportando mayor subjetividad a la calificación. Por tal motivo se sugiere que la línea mida entre 12 a 15 cm, para que el juez no se pierda ni tenga pocas posibilidades de diferenciar la intensidad del atributo que está evaluando.

La interpretación de los resultados de calificaciones por medio de escalas no-estructuradas requiere en muchos casos una transformación de las lecturas de la encuesta o cuestionario a valores que puedan ser fácilmente interpretados y analizados.

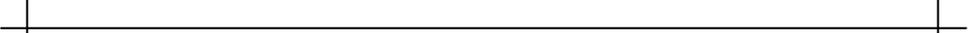
Nombre: _____	Fecha: _____
PRODUCTO: REFRESCO	
<p>Por favor evalúe el dulzor de las muestras que tiene ante usted, usando la escala que se indica. El mínimo corresponde al agua pura y el máximo a un refresco sumamente dulce, como el del vaso marcado con MAX.</p>	
<p>Estime cuál es el valor del dulzor, entre estos dos extremos, y marque con una pequeña raya vertical en donde usted crea que corresponde al dulzor de las muestras, y escriba encima de la rayita la clave de la muestra respectiva.</p>	
Muestras: 572 983 231	
Escala:	
MIN	MAX
	
Comentarios: _____	

Figura 1.6: Cuestionario típico para pruebas de calificación con escalas no-estructuradas

Calificación con escalas de intervalo:

Corresponde a una escala en la cual no existen puntos extremos como el caso anterior, sino una serie de puntos intermedios. De esta forma, se soluciona en parte el problema de la subjetividad de las escalas no-estructuradas.

Las escalas de intervalo suelen constar de 3, 4, 5, o más puntos. Es importante ofrecer a los jueces una descripción de cada uno de los puntos de la escala. Precisamente, ésta es su principal desventaja.

La Figura 1.7 muestra varias escalas de intervalo para la dureza de un alimento. Esta misma utiliza una escala de 9 puntos ya que aplicar una escala de 3 o 4 puntos para la calificación de 5 muestras puede resultar impreciso.

ESCALA DE 3 PUNTOS

1. Ligeramente duro
2. Moderadamente duro
3. Muy duro

ESCALA DE 4 PUNTOS

1. Ligeramente duro
2. Moderadamente duro
3. Bastante duro
4. Muy duro

ESCALA DE 6 PUNTOS

1. Ligeramente duro
2. Duro
3. Moderadamente duro
4. Bastante duro
5. Muy duro
6. Extremadamente duro

ESCALA DE 9 PUNTOS

1. Sumamente blando
2. Muy blando
3. Ligeramente firme
4. Moderadamente firme
5. Muy firme
6. Moderadamente duro
7. Bastante duro
8. Muy duro
9. Sumamente duro

Figura 1.7: Escala de intervalo típico para la medición de la dureza

Calificación por medio de escalas estándar:

Consiste en la utilización de materiales que sean representativos de las escalas de intervalo mencionadas anteriormente, es decir, reemplazar las categorías o puntos por alimentos o materiales que representan el grado de intensidad del atributo evaluado.

Este tipo de escalas es empleado con mucha recurrencia en la calificación de atributos como la textura, sabor y olor.

En las Tablas 1.8 y 1.9 se presentan dos ejemplos de escalas estándar para medir la intensidad de la dureza y la intensidad de la viscosidad de un tipo de alimento.e

Tabla 1.8: Escala estándar para la medición de la dureza de alimentos mexicanos

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
1	Mazapán	<<Ricolino>>	Pedazo 1 cm
2	Malvavisco	<<La Suiza>>	1 pieza
3	Gomita	<<Ricolino>>	1 pieza
4	Pan blanco	<<Bimbo>>	Cuadrado 1 cm
5	Pan tostado	<<Bimbo>>	Cuadrado 1 cm
6	Chicloso	<<Kori>>	1 pieza
7	Palenqueta de maní	<<Máfer>>	Cuadrado 1 cm
8	Chicloso duro	<<Sanborns>>	1 pieza
9	Caramelo duro	<<Laposse>>	1 pieza

Tabla 1.9: Escala estándar para la medición de la viscosidad de alimentos mexicanos líquidos

Valor	Alimento representativo	Marca	Tamaño de muestra
1	Agua	-	25 mL
2	Jarabe, 10° Brix	-	25 mL
3	Jarabe, 10° Brix	-	25 mL
4	Jarabe de maple	<<Pronto>>	25 mL
5	Miel de abeja	-	25 mL
6	Jarabe de glucosa (miel de maíz)	<<Karo>>	25 mL
7	Lecha condensada	<<Nestlé>>	25 mL

Capítulo 2

Parte experimental

2.1 Descripción de la materia prima

Las pulpas de fruta fueron donadas por la empresa Frutos del Perú S.A.C. (FRUPESA) ubicada en la carretera Sullana-Tambogrande, departamento de Piura y son:

- Pulpa pasteurizada de mango de variedad Kent - 13 a 14 °Brix
- Pulpa pasteurizada concentrada de maracuyá - 50 °Brix.

Las frutas, materia prima para la elaboración de las pulpas, provienen de los valles del Chira y San Lorenzo, del mismo departamento de Piura. La coloración de la pulpa de mango es amarilla y la del maracuyá, marrón oscuro.

La planta industrial FRUPESA produce pulpas de mango y maracuyá para la exportación en envases asépticos contenidos en cilindros metálicos (empaque secundario) de aproximadamente 200 kg según el diagrama de flujo de la Figura 2.1.

En la operación de estandarización, a la pulpa de mango se le añade ácido cítrico para regular la acidez y ácido ascórbico para prevenir la oxidación de la pulpa.

El empaque primario de las pulpas es de tipo aséptico, razón por la cual, la pulpa en su empaque original se conserva sin necesitar congelamiento.

Una vez abierto el empaque primario, las pulpas fueron colocadas en recipientes plásticos cerrados, los mismos que se almacenaron en un congelador a temperatura controlada de -18 °C. Cinco horas antes de la preparación de las muestras a presentar al panel de evaluadores, la pulpa congelada fue retirada del congelador y colocada a temperatura ambiente para que descongele.

El contenido de sólidos solubles de la pulpa de maracuyá se redujo de 50 a 14 °Brix, adicionando una cantidad proporcional de agua para lograr esta disminución. Los 14 °Brix finales corresponden a la cantidad de sólidos solubles presentes en la pulpa de maracuyá no concentrada o simple.

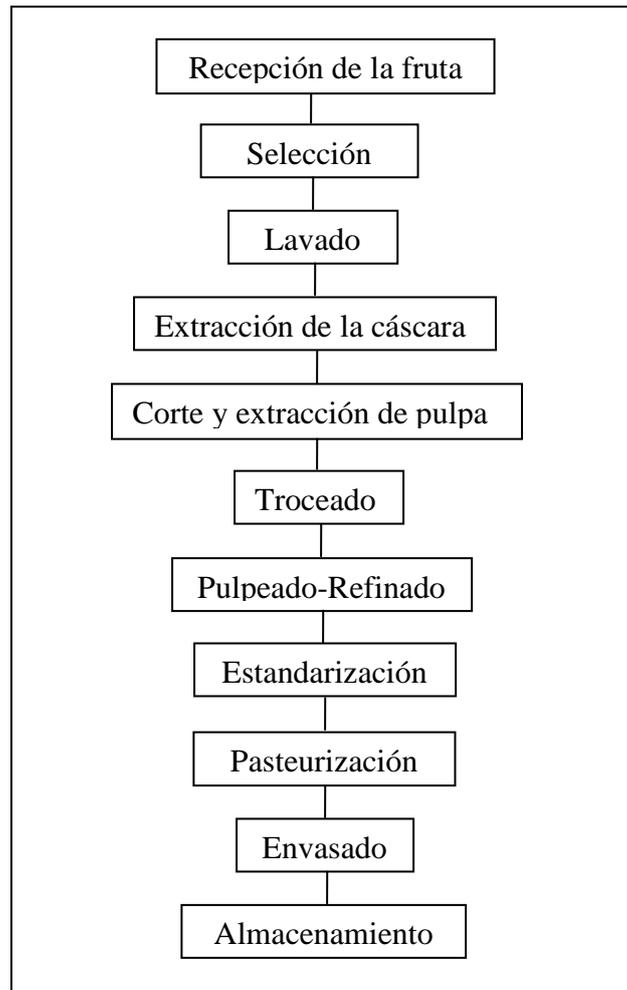


Figura 2.1: Flujo de operaciones de la pulpa de mango en FRUPESA

2.2 Conformación del panel de evaluadores

Se convocó a 20 personas a través de la encuesta que figura en el Anexo 1. En base a esta encuesta, se descartó a las personas que no contaban con la disponibilidad de tiempo, disgustaban de las frutas objeto de estudio o tenían hábitos de fumar (situación que puede alterar la capacidad de percepción sensorial).

Se seleccionó 8 personas entre hombres y mujeres de un grupo conformado por 14 personas, todos ellos estudiantes de diferentes ciclos. La prueba de selección consistió en ordenar cinco muestras ácidas y cinco muestras dulces según la intensidad del atributo evaluado (dulzor y acidez). Se seleccionó únicamente a las personas con mejor capacidad de percibir y ordenar las muestras para el atributo dulzor y acidez. En el Anexo 2 se presenta la hoja de respuestas utilizada en esta selección de los futuros jueces o panelistas.

Con el fin de conformar un panel variado, en este grupo de 8 personas se incluyó directamente otras tres: un docente, un trabajador administrativo y un analista del Laboratorio de Química, sabiendo previamente que no contaban con limitación sensorial alguna. En total, el panel se conformó por 11 personas (6 mujeres y 5 hombres) dentro de un rango de edad entre 22 y 50 años. El tamaño del panel es similar al sugerido por Cerezal y Duarte [19]. Al grupo seleccionado, se le explicó el objetivo del presente trabajo y los conceptos que debían tener en

cuenta para completar las hojas de respuestas (ver Anexo 3) para la evaluación de los néctares. Es así como se llevó a cabo un entrenamiento previo al grupo de jueces o evaluadores.

2.3 Preparación de las formulaciones

2.3.1 Materiales

Se emplearon los siguientes materiales e ingredientes en la elaboración de 12 formulaciones de néctares a diferentes proporciones de mango y maracuyá.

- Agua de mesa San Carlos
- Azúcar blanca refinada
- Balanza digital
- Cucharas plásticas
- Vasos plásticos
- Jarras graduadas
- Probeta
- Botellas plásticas de litro y medio

2.3.2 Procedimiento

La elaboración de néctares está regulada por la norma general del Codex Alimentarius [12]. Éste determina que la cantidad máxima de sólidos solubles sea de 20 °Brix y que el contenido de fruta esté entre 25 y 50 % (m/m).

Asimismo, se recomienda la utilización de azúcar blanca porque ésta ofrece dos ventajas en relación a la azúcar rubia: no deja un sabor residual a caña de azúcar y no oscurece la coloración del producto final.

Se combinó la pulpa de mango y la de maracuyá a diferentes proporciones de volumen en el rango de 1:1 a 1:5 (maracuyá : mango) según lo detallado en la Tabla 2.1. El límite inferior fue establecido arbitrariamente para manejar números enteros y considerando que la mezcla ya contaba con una excesiva acidez por efectos del maracuyá.

Se agregó azúcar en diferentes cantidades manteniendo el límite normativo del Codex y teniendo como referencia los sólidos solubles finales del estudio realizado por la Universidad de Bahía, Brasil [20]. Como referencia del límite inferior y superior del contenido de azúcar, se calculó aproximadamente la cantidad de azúcar para obtener 12 y 16 °Brix, respectivamente.

Finalmente, la mezcla se diluyó en la misma cantidad de agua (300 mL) para todas las formulaciones, es decir, se mantuvo la proporción 50% de agua y 50% de pulpa (v/v).

En total, se prepararon 12 formulaciones de 600 mL cada una, cantidad que fue distribuida entre los 11 evaluadores seleccionados, al momento de la degustación. El contenido de cada formulación se almacenó en una botella plástica hasta el momento de ser servido a los panelistas, degustación que debía realizarse el mismo día de la preparación.

Tabla 2.1. Composición de las doce formulaciones de néctares

Formulación	Pulpa (mL)		Agua (mL)	Azúcar (g)	Proporción x/y aprox.	Azúcar/agua (%)
	Mango (x)	Maracuyá (y)				
1	240,07	59,93	300,00	26,26	4	8,75
2	257,69	51,80	300,00	21,82	5	7,27
3	257,69	51,80	300,00	41,48	5	13,83
4	270,93	38,44	300,00	30,59	7	10,20
5	254,69	64,82	300,00	42,00	4	14,00
6	264,86	44,57	300,00	42,00	6	14,00
7	264,86	44,57	300,00	60,00	6	20,00
8	255,44	54,08	300,00	50,00	5	16,67
9	270,38	39,00	300,00	50,00	7	16,67
10	270,38	39,00	300,00	72,00	7	24,00
11	247,20	62,40	300,00	56,00	4	18,67
12	257,50	52,00	300,00	57,00	5	19,00

2.4 Condiciones de la evaluación

- Materiales sobre la mesa de evaluación:
 - Hoja de respuestas
 - Cuatro vasos codificados conteniendo cada formulación
 - Un vaso con agua para el enjuague entre muestra y muestra
 - Una cuchara plástica (de uso opcional)
 - Un escupidero
 - Servilletas
- Área:

Mesas de trabajo del Laboratorio de Química de la Universidad de Piura. Se ventiló 30 minutos antes de cada sesión. La distancia entre evaluador y evaluador fue de 4 metros aproximadamente.
- Horario:

Se programó cada sesión para las 11 de la mañana (hora alejada del almuerzo). Las personas que no pudieron asistir a la hora planificada en la mañana, podían hacerlo por la tarde de 5 a 6, siempre en horas distantes al almuerzo o cena.
- Cantidad de la muestra:

Las muestras fueron servidas en vasos transparentes con un contenido de 50 mL de néctar. Los vasos fueron debidamente codificados según numeración de tres dígitos aleatorizados (ver Figura 2.2). La evaluación se acompañó con un vaso de agua para el enjuague bucal entre muestra y muestra.
- Número de muestras por sesión y por evaluador:

No debe darse a probar a un juez o evaluador más de cinco muestras al mismo tiempo, según Larmond (1977), citado en [15]. En el presente trabajo, cada panelista degustó en una sesión como máximo 4 muestras.



Figura 2.2: Vasos con codificación de tres dígitos.

2.5 Diseño experimental

El “Diseño de Bloques al Azar” se emplea cuando un grupo de jueces evalúan y califican muestras en diferentes sesiones, como es el caso de esta tesis. Asimismo, este estudio presenta aleatorización ya que las muestras fueron presentadas sin ningún orden preestablecido y el evaluador elige el orden de la degustación, reduciéndose el error por causa de fuentes incontrolables. A la vez, se reduce el error experimental por la cantidad de repeticiones (132 repeticiones que corresponden a 11 personas y 12 muestras).

2.6 Prueba sensorial

En el presente estudio se utilizó la prueba sensorial descriptiva cuantitativa (“*Quantitative Descriptive Analysis*”). Los atributos sensoriales de la Tabla 2.2 fueron evaluados para cada néctar empleándose la técnica conocida como: “Caracterización mediante escala no estructurada”.

Se empleó un panel de evaluadores seleccionados y semi-entrenados conformado por las 11 personas seleccionadas, las mismas que participaron en 3 sesiones de 4 formulaciones cada una.

Tabla 2.2: Relación de atributos sensoriales evaluados

Aspecto	Color
Sabor	Dulzor
	Acidez
	Tipicidad
Textura	Consistencia
Olor	Tipicidad
Impresión general	

El atributo nombrado como “Tipicidad” (del sabor o del olor) se refiere a lo afín que puede ser la formulación degustada a la fruta original, sea mango y/o maracuyá.

El atributo “Consistencia” referido a la textura está relacionado al grado de espesura o viscosidad del líquido que se degusta.

En los capítulos siguientes se hará mención al término acidez para representar el atributo sensorial del néctar y el término acidez titulable para referirse al parámetro químico (normalidad del ácido determinada por volumetría).

Los atributos color, dulzor y acidez, según el diseño de la encuesta, representan el grado de aceptación sobre cada atributo mas no una magnitud lineal del mismo. Por ejemplo: una alta calificación para la acidez significa que es más agradable pero no necesariamente más ácida.

La “Impresión general” se explica como una única calificación o valor subjetivo que resume todos los atributos anteriores evaluados (color, dulzor, consistencia, etc.). En otras palabras es una nota global y subjetiva de cada evaluador.

A cada atributo sensorial se le asignó un valor máximo de 5 en una escala horizontal de longitud de 12 cm. Algunos atributos tienen el valor máximo de 5 en el extremo derecho de la escala horizontal (ver ejemplo en la Figura 2.3). Otros atributos como la acidez o el dulzor tienen la escala dividida en dos partes, con el máximo valor en el centro de la escala (a una distancia de 6 cm del extremo izquierdo) y valor cero en los extremos de la escala (ver Figura 2.4).

Cada muestra fue presentada a cada uno de los evaluadores junto con una hoja de respuestas, en la cual se debía trazar una línea vertical sobre una escala horizontal según sea la intensidad percibida del atributo evaluado (ver hoja de respuestas en el Anexo 3).

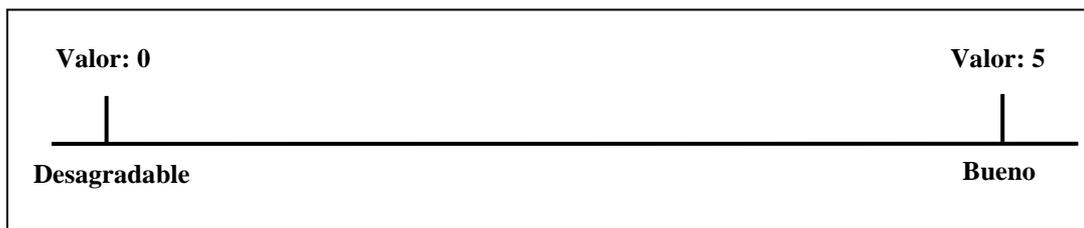


Figura 2.3: Escala no estructurada con valor máximo en el extremo

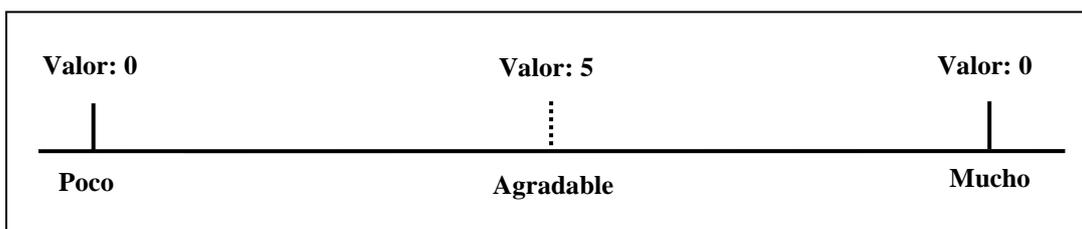


Figura 2.4: Escala no estructurada con máximo valor en el centro

La recopilación de los resultados de la hoja de respuestas se hace midiendo, con una regla, la distancia desde la línea marcada por cada panelista hasta el nivel de valor 0.

Posteriormente, esta medida se convierte a una calificación de 0 a 5, teniendo en cuenta que la longitud total de la escala es de 12 cm. Si el atributo corresponde al ejemplo de la Figura 2.3, la medida se toma desde el extremo izquierdo de la escala hasta la marca del panelista. Si el atributo corresponde al ejemplo del Figura 2.4, la medida se toma desde la marca del panelista hasta su extremo más próximo de valor cero. Esta distancia, sea cual fuese el caso, se multiplica por el cociente $5/12$ y se obtiene el valor del atributo evaluado.

Se debe tener en cuenta la diferencia en la utilización de los términos medida y calificación. El primero se refiere a la distancia en centímetros y el segundo al número resultante de multiplicar la medida por el factor 5/12.

Conjuntamente con los seis atributos sensoriales mencionados anteriormente, se incluyó un sexto parámetro llamado “Nota” que se calcula como una combinación lineal de los 6 atributos sensoriales. Se emplea el término “parámetro” para distinguirlo de un atributo sensorial. Para este cálculo, se empleó los coeficientes o pesos que figuran en la Tabla 2.3.

La ecuación del parámetro “Nota” es la siguiente:

$$\text{Nota} = (0,5) * (\text{color}) + (0,5) * (\text{dulzor}) + (0,5) * (\text{acidez}) + (0,3) * (\text{tipicidad del sabor}) + (0,6) * (\text{consistencia}) + (0,6) * (\text{tipicidad del olor}) + (1) * (\text{impresión general})$$

Tabla 2.3: Coeficientes de los atributos sensoriales para el parámetro Nota

Característica organoléptica	Atributo	Coeficiente	
		Individual	Total
Aspecto	Color del producto	0,5	0,5
Sabor	Dulzor	0,5	1,3
	Acidez	0,5	
	Tipicidad a las frutas	0,3	
Textura	Consistencia/espesura	0,6	0,6
Olor	Tipicidad a las frutas	0,6	0,6
Impresión general	-	1,0	1,0

La ponderación de cada característica organoléptica corresponde a la utilizada por Cerezal y Duarte del Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta. [19]

La suma total de los coeficientes es de 4. Por lo tanto, la máxima puntuación que puede tener una formulación es de 20 puntos (5 puntos por atributo). La Tabla 2.4 muestra las categorías que se han definido para clasificar la aceptación de los néctares.

Tabla 2.4: Evaluación cualitativa de acuerdo a intervalos de la puntuación total o Nota [19]

Calificación	Intervalo de puntuación
Excelente	17,5 a 20
Bueno	15,4 a 17,4
Aceptable	11,2 a 15,3
Insuficiente	7,2 a 11,1
Malo	< 7,2

2.7 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó con los programas estadísticos: SPSS versión 15 y Statgraphics versión 4 para Windows [21, 22]. Para cada uno de los atributos sensoriales y físico-químicos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y se aplicó el *Test Least-Significant-Difference* (LSD) de Fisher para estimar las diferencias significativas entre las formulaciones para un 95% y 99% de confianza ($P < 0,05$ y $P < 0,01$).

2.8 Análisis físico-químicos

La Tabla 2.5 muestra las diferentes pruebas hechas en el Laboratorio de Química de la Universidad de Piura siguiendo las normas AOAC [23], manuales de instrumentos de laboratorio y otros procedimientos descritos en libros y tesis.

Tabla 2.5: Análisis físico-químico, método, fuente, instrumento, marca-modelo y unidades

Análisis físico-químico	Método	Fuente	Instrumento	Marca-Modelo	Unidades
pH	Potenciometría		pH-metro	Hanna Instruments mod. HI 2342	-
Acidez titulable	Titulación con NaOH (0,1 N)	Hart y Fisher [24]	-	-	% de ácido cítrico
Sólidos solubles totales	Refractometría	Norma 983.43 AOAC	Refractómetro	Atago ATC-1	°Brix
Viscosidad	-	Manual del viscosímetro [25]	Viscosímetro	Brookfield mod. DV-II+	cP (a 100 rpm-SS00)

Para todas las formulaciones, la medida de la viscosidad se hizo utilizando el viscosímetro mencionado, a una velocidad de 100 rpm y empleando el *spindle* (SS) N° 00. Éste es el tipo de *spindle* que se recomienda utilizar para líquidos poco viscosos.

A partir de los parámetros de sólidos solubles y acidez, se calculó el índice de maduración según la siguiente relación:

$$\text{Índice de maduración} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\text{Acidez titulable}}$$

Este índice suele tomarse como una medida del índice de madurez de los alimentos. Al madurar una fruta, la acidez disminuye y los °Brix aumentan.

Capítulo 3

Resultados físico-químicos y sensoriales

3.1 Resultados físico-químicos

En la Tabla 3.1 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos (°Brix, acidez titulable, pH, viscosidad y °Brix/acidez) como promedio de tres muestras extraídas de cada una de las 12 formulaciones de néctares.

Tabla 3.1: Resultados físico-químicos: sólidos solubles (°Brix), acidez titulable, pH, viscosidad y °Brix / acidez ordenados por número de formulación.

Formulación (néctar)	Proporción mango / maracuyá	Azúcar / agua	°Brix*	Acidez titulable* (% ácido cítrico)	pH *	Viscosidad* (cP)	°Brix / acidez
1	4	8,75	11,47	0,40	3,45	12,00	28,68
2	5	7,27	10,63	0,35	3,53	11,80	30,37
3	5	13,83	13,61	0,34	3,54	13,80	40,03
4	7	10,20	11,76	0,31	3,58	12,80	37,94
5	4	14,00	13,25	0,48	3,37	5,95	27,60
6	6	14,00	13,04	0,40	3,46	6,27	32,60
7	6	20,00	15,43	0,41	3,44	6,14	37,63
8	5	16,67	14,08	0,55	3,34	5,89	25,60
9	7	16,67	14,28	0,33	3,56	9,09	43,27
10	7	24,00	16,28	0,51	3,35	9,41	31,92
11	4	18,67	16,07	0,45	3,53	8,35	35,71
12	5	19,00	15,68	0,43	3,41	8,19	36,47

* Promedio de tres muestras

La Tabla 3.2 muestra los mismos datos de la tabla anterior, ordenados según las columnas “Proporción mango/maracuyá” y “Azúcar/agua” para analizar las variaciones dentro de las formulaciones con igual contenido de mango y azúcar.

Tabla 3.2: Resultados físico-químicos: sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), acidez titulable, pH, viscosidad y $^{\circ}$ Brix/acidez ordenados por proporción mango/maracuyá y azúcar/agua.

Formulación (néctar)	Proporción mango/maracuyá	Azúcar / agua	$^{\circ}$ Brix*	Acidez titulable* (% ácido cítrico)	pH*	Viscosidad* (cP)	$^{\circ}$ Brix / acidez
1	4	8,75	11,47	0,40	3,45	12,00	28,68
5	4	14,00	13,25	0,48	3,37	5,95	27,60
11	4	18,67	16,07	0,45	3,53	8,35	35,71
2	5	7,27	10,63	0,35	3,53	11,80	30,37
3	5	13,83	13,61	0,34	3,54	13,80	40,03
8	5	16,67	14,08	0,55	3,34	5,89	25,60
12	5	19,00	15,68	0,43	3,41	8,19	36,47
6	6	14,00	13,04	0,40	3,46	6,27	32,60
7	6	20,00	15,43	0,41	3,44	6,14	37,63
4	7	10,20	11,76	0,31	3,58	12,80	37,94
9	7	16,67	14,28	0,33	3,56	9,09	43,27
10	7	24,00	16,28	0,51	3,35	9,41	31,92

* Promedio de tres muestras

El Gráfico 3.1 presenta el contenido de azúcar (azúcar/agua) de cada formulación agrupada para cada proporción mango/maracuyá (4, 5, 6 y 7) y representada por la letra F seguido del número de formulación de la Tabla 13. Del mismo modo, en los Gráficos 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 se muestran los resultados de las cinco variables físico-químicas ($^{\circ}$ Brix, acidez titulable, pH, viscosidad, $^{\circ}$ Brix/acidez).

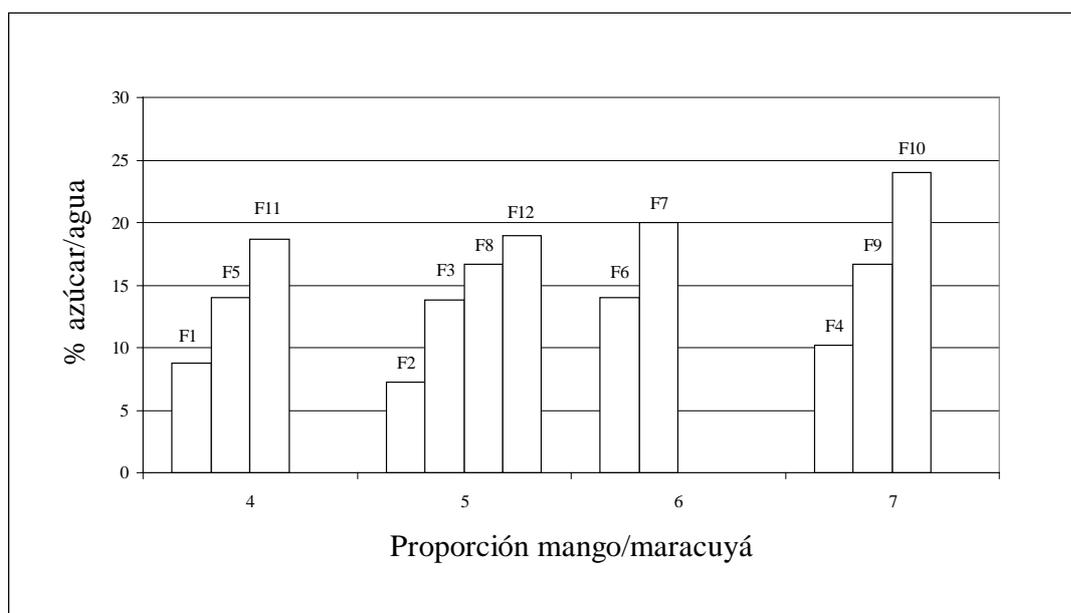


Gráfico 3.1: Contenido de azúcar (% azúcar/agua) agrupado por tipo de formulación

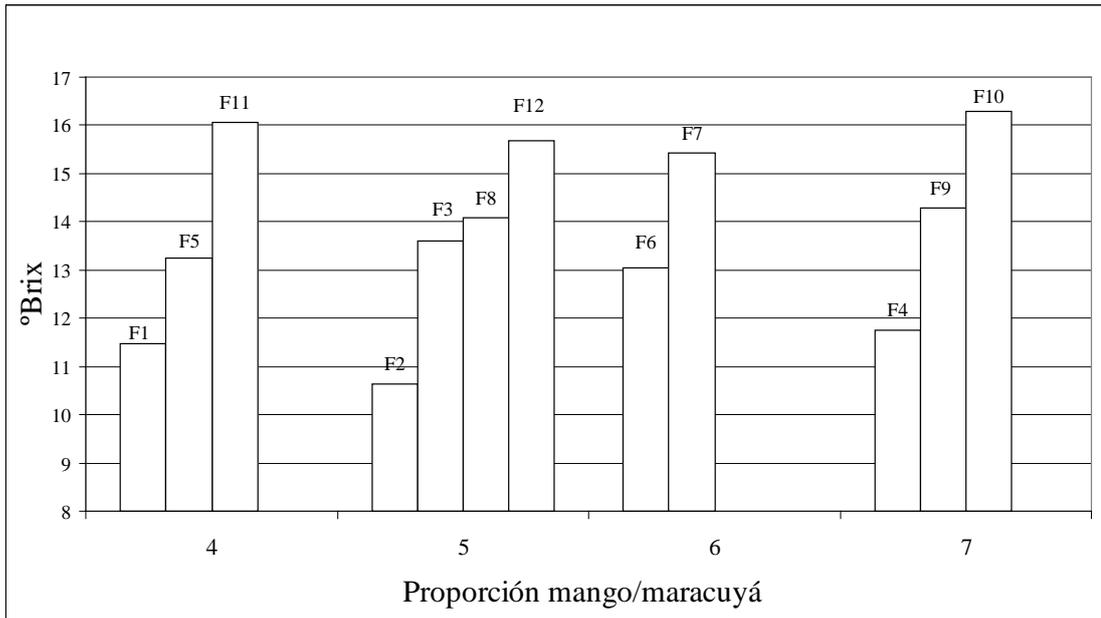


Gráfico 3.2: Parámetro °Brix agrupado por tipo de formulación

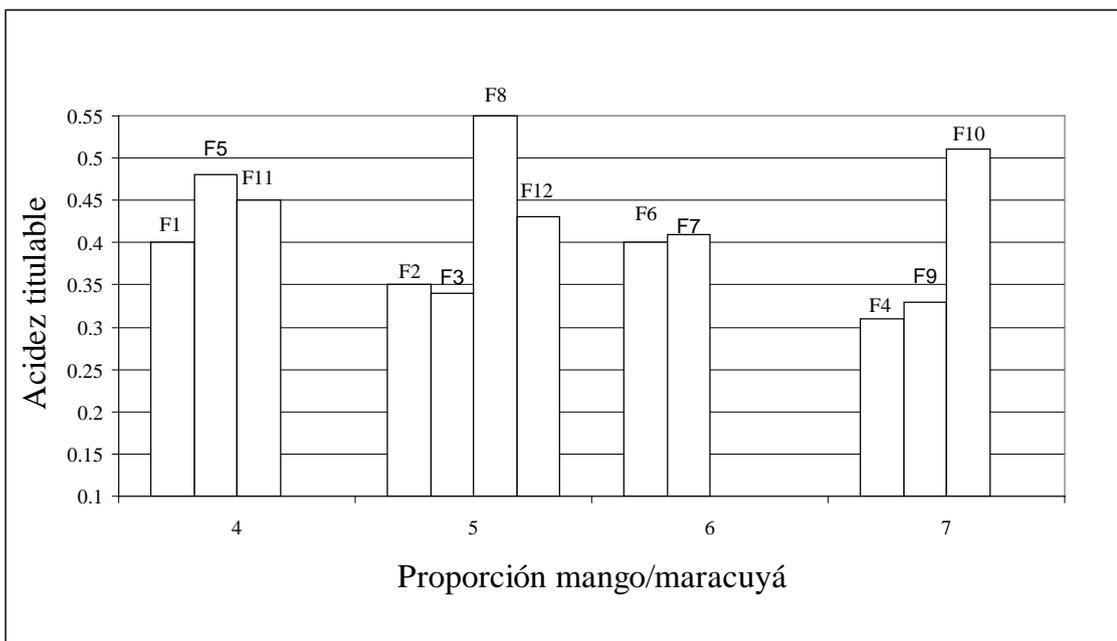


Gráfico 3.3: Parámetro acidez titulable agrupado por tipo de formulación

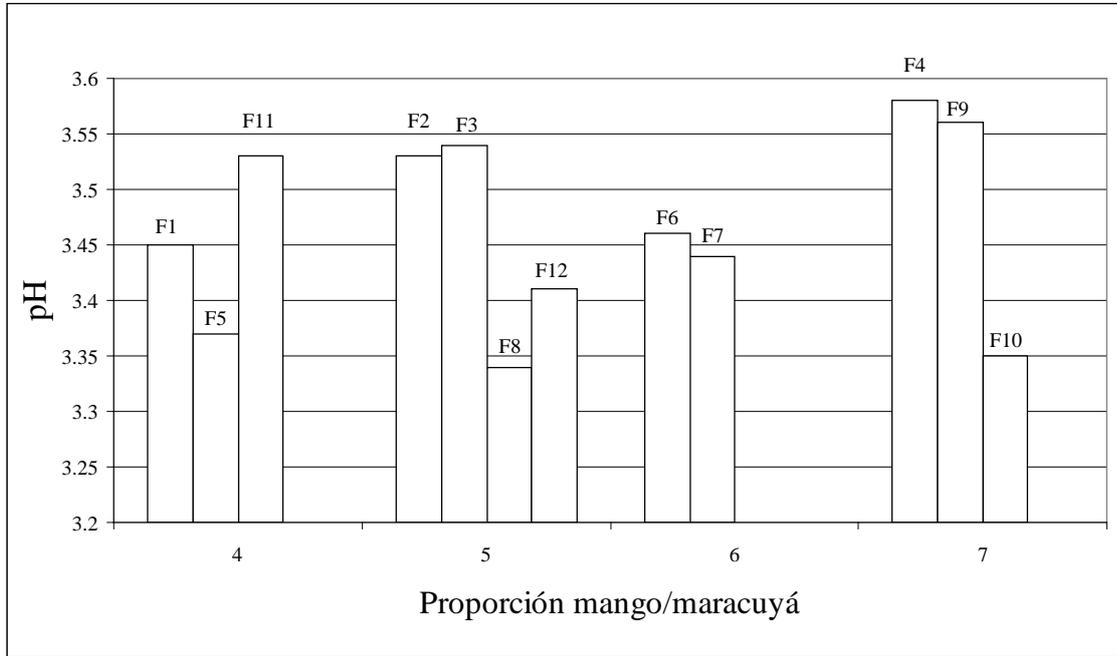


Gráfico 3. 4: Parámetro pH agrupado por tipo de formulación

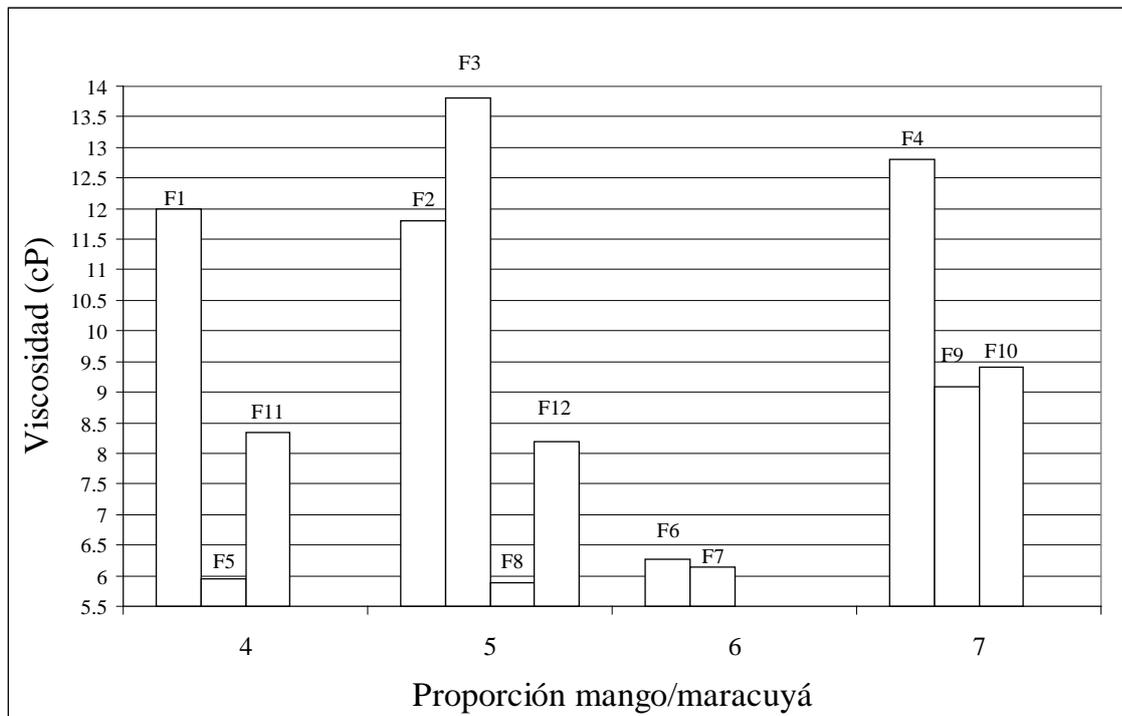


Gráfico 3.5: Parámetro viscosidad agrupado por tipo de formulación

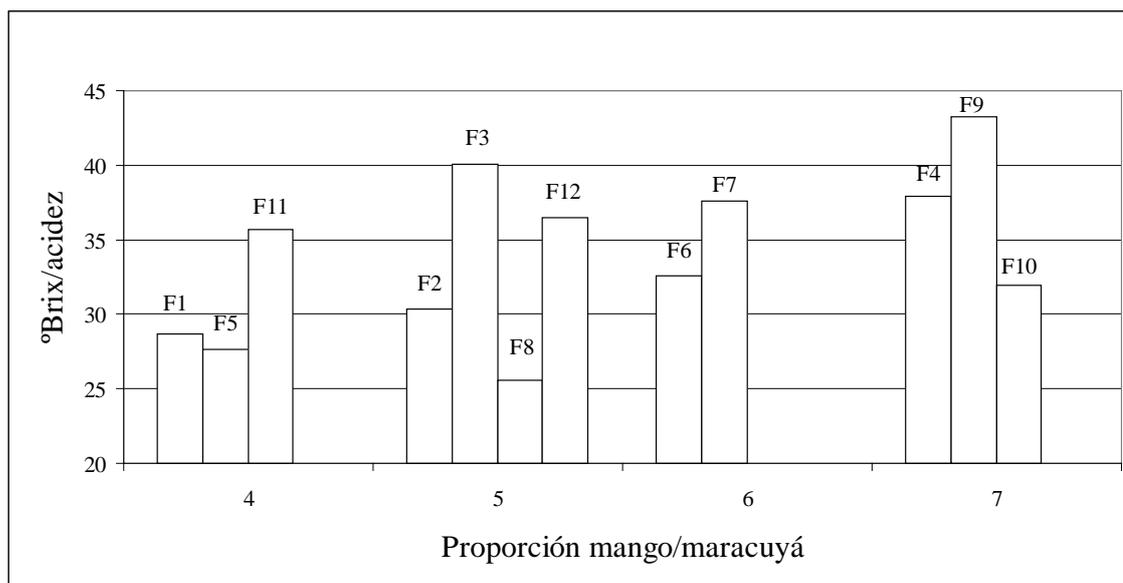


Gráfico 3.6: Parámetro °Brix/acidez titulable agrupado por tipo de formulación

Discusión de los resultados físico-químicos:

El Gráfico 3.1 muestra que cada uno de los 4 grupos de formulaciones está en orden creciente del contenido de azúcar. Este orden de presentación se mantiene en los gráficos siguientes.

Observando la Tabla 3.2, definiremos cinco pares de formulaciones con similar contenido de azúcar: F3-F5, F3-F6, F5-F6, F11-F12, F8-F9, con la finalidad de comparar formulaciones de distintos grupos e igual concentración de azúcar.

De acuerdo a la Tabla 3.2 y al Gráfico 3.2, el nivel mínimo de °Brix fue de 10,63 y el máximo de 16,28. Además, se comprueba experimentalmente que el contenido de azúcar y los °Brix guardan una relación directamente proporcional.

Comparando las formulaciones F5-F6, F3-F6 y F11-F12 en el Gráfico 3.2, deducimos que el aumento de la concentración de mango, disminuye los °Brix del néctar resultante. En los pares F3-F5 y F8-F9, esta diferencia es poco significativa. Dado que el maracuyá aporta – en relación al mango – un mayor contenido de sólidos solubles al néctar (14 °Brix), se puede concluir que el nivel de °Brix del mango está en el límite inferior del rango rotulado en el producto (13-14 °Brix).

La acidez titulable varía desde 0,31 hasta 0,55 según la Tabla 3.2. Estos resultados se ajustan a los valores recomendados por la bibliografía consultada [26] con el propósito de reducir la reproducción de microorganismos y aumentar la vida en anaquel de los productos – néctares de frutas para este caso. En la industria de alimentos, este parámetro es regulado con el empleo de acidulantes como del ácido cítrico, cuyo empleo es común en la elaboración de este tipo de bebidas.

En las formulaciones F3-F5, F5-F6, F11-F12 y F8-F9 del Gráfico 3.3, la acidez titulable disminuye cuando aumenta la proporción de mango/maracuyá, es decir, cuando disminuye la

cantidad de maracuyá en el néctar o formulación. Esto se explica por la marcada acidez del maracuyá.

El valor de pH varía de 3,34 a 3,58. El mínimo pH lo tiene la formulación F8 y el máximo, la formulación F4. El pH recomendado debe estar en el rango de 3,3 a 4,22 [26]. Una alta acidez o su correspondiente bajo pH favorecen la destrucción de microorganismos. Sólo en los grupos con proporción de mango/maracuyá igual a 6 y 7 es posible notar la disminución del pH a medida que aumenta la variable Azúcar/agua. En los pares F3-F5, F5-F6 y F8-F9 del Gráfico 3.4, se observa el aumento del pH a medida que aumenta la proporción mango/maracuyá.

Según los pares F3-F5, F5-F6 y F8-F9 del Gráfico 3.5, la viscosidad del néctar aumenta cuando aumenta el contenido de mango. La formulación F8, con una proporción de mango/maracuyá de 5, tiene la más baja viscosidad (5,95 cP) y la formulación F3, con una proporción de mango/maracuyá de 5, tiene la más alta viscosidad (13,8 cP). Con los resultados actuales, es difícil encontrar una relación lineal entre el contenido de azúcar y la viscosidad. Por lo tanto, es posible que algunas variaciones de azúcar no sean detectables por el viscosímetro, arrojando así resultados poco confiables.

Conforme al Gráfico 3.6, es apreciable observar – *grosso modo* – que el índice de maduración (°Brix/acidez) aumenta conforme se incrementa el contenido de azúcar. De acuerdo a las formulaciones F3-F5, F5-F6, F8-F9 y F11-F12, cuando aumenta la proporción mango/maracuyá en la formulación, el índice también aumenta. La naturaleza ácida del maracuyá hace que cuando esté menos presente en el néctar, es decir, mayor contenido de mango, disminuya la acidez y por ende, aumente el índice de maduración.

Como en toda prueba, los resultados pueden estar afectados a errores de todo tipo, tales como: una deficiente homogenización de la mezcla, falta de calibración de los instrumentos, entre otros factores externos que influyen en el estado de las muestras. Por tal motivo, se hace hincapié en que los resultados presentes corresponden al promedio de tres muestras.

3.2 Resultados sensoriales

La Tabla 3.3 presenta los resultados de los seis atributos sensoriales y del parámetro “Nota” para cada uno de los once evaluadores y de las doce muestras o formulaciones de néctares.

En el Anexo 4 se adjuntan las lecturas de las hojas de respuestas, es decir, las distancias en centímetros que sirvieron para hacer el cálculo de los valores expuestos en la Tabla 3.3.

La Tabla 3.4 muestra el promedio de los resultados sensoriales para cada formulación (once repeticiones que corresponden a los once evaluadores) y la Tabla 3.5, sus desviaciones estándar.

La Tabla 3.5 resume la composición de cada néctar (proporción mango/maracuyá y contenido de azúcar), el promedio de las calificaciones del parámetro “Nota” y la desviación estándar correspondiente.

Tabla 3.3: Resultados sensoriales: color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor, impresión general y nota.

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general	Nota
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad		
1	1	3,13	0,17	2,92	3,54	1,25	3,63	0,33	7,42
	2	3,46	0,83	2,58	3,71	2,92	3,54	0,54	8,95
	3	3,08	4,25	4,92	4,04	2,83	4,04	2,13	13,50
	4	3,25	3,50	3,92	4,08	3,00	4,00	2,08	12,77
	5	3,92	4,17	4,00	3,88	3,92	3,92	3,79	15,61
	6	3,83	3,17	3,58	3,75	2,67	3,63	2,75	12,88
	7	4,04	3,17	3,33	2,83	3,92	2,92	2,71	12,87
	8	3,50	2,83	1,67	3,71	5,00	3,54	3,33	13,51
	9	3,92	4,17	5,00	3,96	4,00	3,92	3,88	16,27
	10	3,92	2,83	3,58	3,08	4,17	3,04	2,33	12,69
	11	3,83	4,92	4,83	3,75	4,83	3,75	4,29	17,26
	12	3,46	4,42	4,50	3,67	4,92	3,79	3,83	16,26
2	1	2,33	4,25	3,67	4,17	4,92	4,21	2,63	14,39
	2	2,58	4,58	4,83	3,88	4,75	4,04	3,46	15,80
	3	2,42	4,58	3,67	3,75	4,58	4,00	3,38	14,89
	4	2,54	4,08	3,83	2,54	4,83	3,83	2,63	13,74
	5	2,58	3,58	3,50	3,83	4,75	3,58	3,42	14,33
	6	2,58	4,08	4,17	3,38	4,92	3,04	2,67	13,79
	7	2,50	3,17	3,33	3,42	4,83	3,38	3,21	13,60
	8	2,67	3,08	2,92	3,50	5,00	3,96	3,33	14,03
	9	2,58	2,33	4,50	4,04	3,00	3,63	3,92	13,77
	10	2,67	2,42	4,75	3,92	5,00	3,88	3,92	15,29
	11	2,63	2,25	4,67	3,96	1,67	4,17	4,04	13,46
	12	2,54	1,67	4,92	3,92	2,42	3,96	4,04	13,57
3	1	4,00	3,83	1,42	4,13	4,33	4,29	3,46	14,42
	2	3,83	4,08	4,83	3,08	4,83	3,46	3,92	16,11
	3	4,21	5,00	4,08	4,38	4,92	4,13	4,38	17,66
	4	4,08	3,92	4,25	4,08	4,92	4,29	4,42	17,21
	5	4,29	4,08	3,67	2,17	3,08	3,63	2,75	13,36
	6	3,54	4,25	4,42	2,83	4,58	2,88	2,42	13,76
	7	3,92	4,75	3,17	3,13	4,17	3,50	3,29	14,65
	8	2,50	4,83	4,17	2,83	4,58	2,92	3,46	14,46
	9	3,33	4,17	2,17	1,92	2,67	2,58	3,38	11,85
	10	3,88	5,00	3,67	3,08	4,92	3,33	3,71	15,75
	11	3,54	5,00	3,50	2,58	4,67	3,50	3,67	15,26
	12	3,58	4,50	4,00	3,04	3,83	2,96	2,63	13,56

Tabla 3.3: Resultados sensoriales: color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor, impresión general y nota. (Continuación)

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general	Nota
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad		
4	1	3,71	4,08	3,17	4,38	2,42	3,75	2,71	13,12
	2	4,50	5,00	2,75	4,04	4,92	4,54	3,46	16,37
	3	4,83	4,75	5,00	4,50	4,83	4,67	3,88	18,12
	4	4,92	4,50	3,75	4,04	4,83	3,79	3,50	16,38
	5	3,17	4,17	4,83	2,54	4,92	3,50	2,63	14,44
	6	3,79	4,92	5,00	3,00	4,83	3,46	2,92	15,55
	7	3,46	3,92	4,67	3,50	4,58	3,25	3,25	14,94
	8	3,58	4,75	5,00	3,25	3,67	2,92	2,75	14,25
	9	3,25	5,00	2,50	3,00	4,83	2,67	2,46	13,13
	10	3,25	4,83	5,00	3,33	4,92	2,71	3,08	15,10
	11	3,38	3,83	4,25	3,25	4,33	2,71	3,46	14,31
	12	3,33	4,58	5,00	4,00	4,75	2,71	3,92	15,96
5	1	3,25	4,25	4,75	3,79	4,08	3,83	3,21	15,14
	2	3,25	1,83	3,50	3,38	3,75	4,33	3,29	13,41
	3	3,54	4,42	4,83	4,00	4,17	4,17	4,00	16,51
	4	3,50	2,67	2,83	4,00	4,25	3,83	3,29	13,79
	5	4,04	4,50	4,92	4,17	4,50	4,38	3,79	17,01
	6	3,04	3,33	2,92	4,04	3,58	4,33	3,29	13,83
	7	4,17	3,25	4,08	3,75	4,17	4,13	3,33	15,12
	8	4,08	4,17	2,75	4,13	3,58	4,25	4,08	15,44
	9	4,50	4,17	4,50	4,13	4,58	4,17	4,08	17,07
	10	4,33	4,00	3,92	4,17	4,67	4,29	4,29	16,96
	11	3,88	4,33	3,08	4,21	4,17	4,42	4,25	16,22
	12	4,42	4,42	4,75	4,17	4,17	4,38	4,25	17,33
6	1	4,58	2,58	2,75	2,92	1,17	3,88	2,67	11,47
	2	4,29	2,92	3,25	3,17	1,50	3,25	2,83	11,80
	3	4,21	4,08	3,92	3,63	2,58	3,79	3,17	14,10
	4	4,13	4,50	3,58	3,75	4,92	4,25	2,92	15,56
	5	3,92	4,00	1,83	3,96	3,67	4,17	3,54	14,22
	6	4,00	4,25	1,58	4,08	2,50	3,96	3,25	13,18
	7	4,13	4,50	1,33	4,17	4,25	4,17	4,17	15,36
	8	3,96	4,33	2,83	4,04	2,50	4,29	3,83	14,60
	9	4,38	4,17	3,67	4,21	2,08	4,25	3,54	14,63
	10	4,33	4,67	3,58	4,17	1,25	4,00	3,75	14,35
	11	4,33	4,42	3,33	4,17	4,50	4,17	3,58	15,99
	12	4,33	4,50	2,00	4,21	3,25	4,25	3,38	14,46

Tabla 3.3: Resultados sensoriales: color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor, impresión general y nota. (Continuación)

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general	Nota
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad		
7	1	3,75	1,67	2,67	2,50	3,58	1,58	1,96	9,82
	2	3,42	3,25	3,75	2,67	3,83	1,88	1,96	11,33
	3	3,71	4,33	3,25	3,08	4,25	3,08	3,00	13,88
	4	3,92	4,33	4,25	2,08	3,17	2,17	2,33	12,32
	5	4,29	4,17	3,50	2,92	2,92	3,46	2,71	13,30
	6	4,29	4,42	4,42	3,42	3,67	4,13	3,46	15,63
	7	4,00	4,58	4,92	4,08	4,17	4,00	3,83	16,62
	8	4,13	4,92	3,92	4,46	4,92	4,54	4,29	17,69
	9	3,88	3,42	2,67	3,71	3,67	3,96	2,75	13,35
	10	4,25	4,75	3,33	4,46	4,83	4,38	4,00	16,93
	11	3,92	3,58	3,25	3,17	4,08	4,17	3,42	14,62
	12	4,17	4,83	4,17	3,83	4,00	3,50	3,58	15,72
8	1	4,33	3,42	3,42	1,50	4,33	1,50	3,33	12,80
	2	4,00	3,83	3,58	1,50	4,75	1,54	3,83	13,69
	3	4,13	3,67	3,58	1,83	4,67	1,83	3,08	13,15
	4	3,54	4,75	4,00	4,63	4,58	4,38	4,21	17,02
	5	3,83	4,83	2,58	1,00	2,33	1,38	2,38	10,43
	6	4,04	4,75	5,00	3,13	4,50	2,67	3,71	15,75
	7	4,42	2,58	4,42	2,75	4,33	2,08	3,33	13,67
	8	4,29	3,42	3,58	3,04	4,25	2,71	4,08	14,75
	9	4,00	3,50	4,08	1,88	3,42	2,08	3,13	12,71
	10	2,29	4,92	4,00	2,38	3,08	2,71	3,17	12,86
	11	3,46	3,17	5,00	3,33	4,92	2,17	3,83	14,83
	12	3,67	3,92	3,75	2,08	4,25	2,38	3,75	13,94
9	1	5,00	3,50	2,00	4,21	4,92	3,67	1,79	13,38
	2	4,92	2,83	3,25	4,04	4,67	0,42	3,13	12,83
	3	4,21	2,58	0,50	1,79	4,67	2,13	4,25	12,46
	4	5,00	2,08	0,42	4,00	3,92	4,29	4,08	13,92
	5	5,00	3,67	1,08	4,29	4,83	4,67	3,96	15,75
	6	3,13	4,83	0,17	4,79	4,17	4,50	3,63	14,23
	7	4,75	2,67	0,50	4,54	4,92	3,67	4,54	14,96
	8	4,79	5,00	1,33	4,67	4,58	4,63	3,50	15,89
	9	2,67	4,67	0,25	4,88	2,75	5,00	3,42	13,23
	10	4,83	2,75	0,17	4,92	4,75	4,92	4,42	15,51
	11	4,75	4,83	1,42	4,04	4,83	4,88	3,67	16,11
	12	4,38	4,75	0,25	4,83	4,83	4,88	4,83	16,70

Tabla 3.3: Resultados sensoriales: color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor, impresión general y nota. (Continuación)

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general	Nota
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad		
10	1	3,50	2,58	3,00	3,75	4,00	4,21	3,21	13,75
	2	3,75	4,17	4,33	4,08	4,17	4,29	3,88	16,22
	3	3,33	4,92	4,25	3,92	4,17	4,25	4,63	17,00
	4	4,67	4,08	3,92	3,54	3,83	1,96	3,29	14,08
	5	3,25	3,33	4,17	3,46	3,75	3,63	4,21	14,98
	6	3,58	4,17	4,58	3,29	2,92	4,00	4,38	15,60
	7	3,58	3,17	3,58	2,96	4,33	4,08	3,67	14,71
	8	4,25	4,50	3,33	3,38	3,25	3,58	4,38	15,44
	9	3,51	4,81	4,30	3,66	3,63	3,70	3,44	15,16
	10	4,46	3,92	4,83	4,04	4,08	3,96	3,88	16,44
	11	3,75	3,08	3,92	3,96	4,92	3,58	2,96	14,56
	12	3,25	2,08	4,42	3,67	3,75	4,04	3,33	13,94
11	1	4,83	4,92	3,67	4,75	4,92	4,79	3,92	17,78
	2	4,58	4,92	2,75	4,79	4,33	4,71	3,88	16,76
	3	4,29	2,17	0,75	4,71	4,25	4,13	3,67	13,67
	4	3,25	4,58	0,17	3,96	4,83	4,63	3,67	14,44
	5	3,83	4,97	4,99	3,22	3,93	3,63	3,32	15,61
	6	3,58	5,00	4,10	3,57	4,80	3,66	3,25	15,63
	7	3,90	3,81	3,73	3,51	4,63	3,52	3,53	15,12
	8	3,78	4,75	4,53	3,70	4,50	3,73	3,70	16,19
	9	2,63	4,33	0,33	4,88	1,00	4,79	3,88	12,37
	10	3,63	2,75	4,42	4,79	4,75	4,75	2,96	15,44
	11	3,75	4,42	4,33	4,75	1,83	4,42	3,75	15,09
	12	3,42	1,67	0,75	4,58	3,83	4,79	4,08	13,52

Tabla 3.4: Promedio de las calificaciones sensoriales para cada formulación

Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general
	Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad	
1	3,86	3,20	3,04	3,60	3,63	3,58	2,66
2	3,87	3,48	3,58	3,48	4,04	3,27	3,11
3	3,81	4,07	3,52	3,60	4,17	3,66	3,59
4	3,89	3,91	3,17	3,70	4,28	3,77	3,31
5	3,83	4,13	3,55	3,22	3,87	3,63	3,32
6	3,58	4,29	3,63	3,57	3,92	3,66	3,25
7	3,90	3,60	3,37	3,51	4,39	3,52	3,53
8	3,78	4,23	3,28	3,70	4,17	3,73	3,70
9	3,51	4,07	3,09	3,66	3,24	3,70	3,44
10	3,80	3,89	3,75	3,85	4,22	3,81	3,59
11	3,75	3,98	3,78	3,74	4,07	3,81	3,72
12	3,69	3,76	3,50	3,82	4,00	3,78	3,78

Tabla 3.5: Desviación estándar de las calificaciones sensoriales para cada formulación

Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general
	Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad	
1	0,801	1,370	0,884	0,950	1,396	1,061	0,996
2	0,680	1,306	0,795	0,881	1,036	1,401	1,030
3	0,680	0,923	1,541	0,988	0,773	0,914	0,731
4	0,767	0,845	1,476	0,741	0,709	0,882	0,766
5	0,646	0,500	1,271	1,002	0,845	0,844	0,614
6	0,499	0,604	1,519	0,567	0,906	0,600	0,552
7	0,582	0,763	1,352	0,581	0,311	0,622	0,503
8	0,688	0,773	1,132	0,577	0,813	0,672	0,488
9	0,686	0,751	1,656	1,018	1,107	0,919	0,507
10	0,786	1,020	1,317	0,790	1,133	0,772	0,631
11	0,540	0,882	1,027	0,606	1,183	0,794	0,385
12	0,584	1,279	1,696	0,747	0,733	0,823	0,570

Tabla 3.6: Proporción mango/maracuyá, azúcar/agua, nota promedio y desviación estándar del parámetro Nota.

Muestra (néctar)	Proporción mango/maracuyá	Azúcar / agua	Nota promedio	Desviación estándar
1	4	8,75	13,04	2,750
2	5	7,27	13,93	2,552
3	5	13,83	14,99	1,980
4	7	10,20	14,66	1,657
5	4	14,00	14,46	1,730
6	6	14,00	14,53	1,111
7	6	20,00	14,69	1,012
8	5	16,67	15,11	1,178
9	7	16,67	13,96	1,645
10	7	24,00	15,21	1,435
11	4	18,67	15,25	1,070
12	5	19,00	15,00	1,420

A continuación, a través de dos gráficos, uno de líneas y otro de columnas, se analiza el comportamiento de las variables sensoriales para cada una de las doce formulaciones. El Gráfico 3.7 presenta los siete atributos sensoriales en el eje horizontal y su respectivo puntaje promedio en el eje vertical. Finalmente, el Gráfico 3.8 sólo muestra el parámetro nota promedio de cada una de las doce formulaciones.

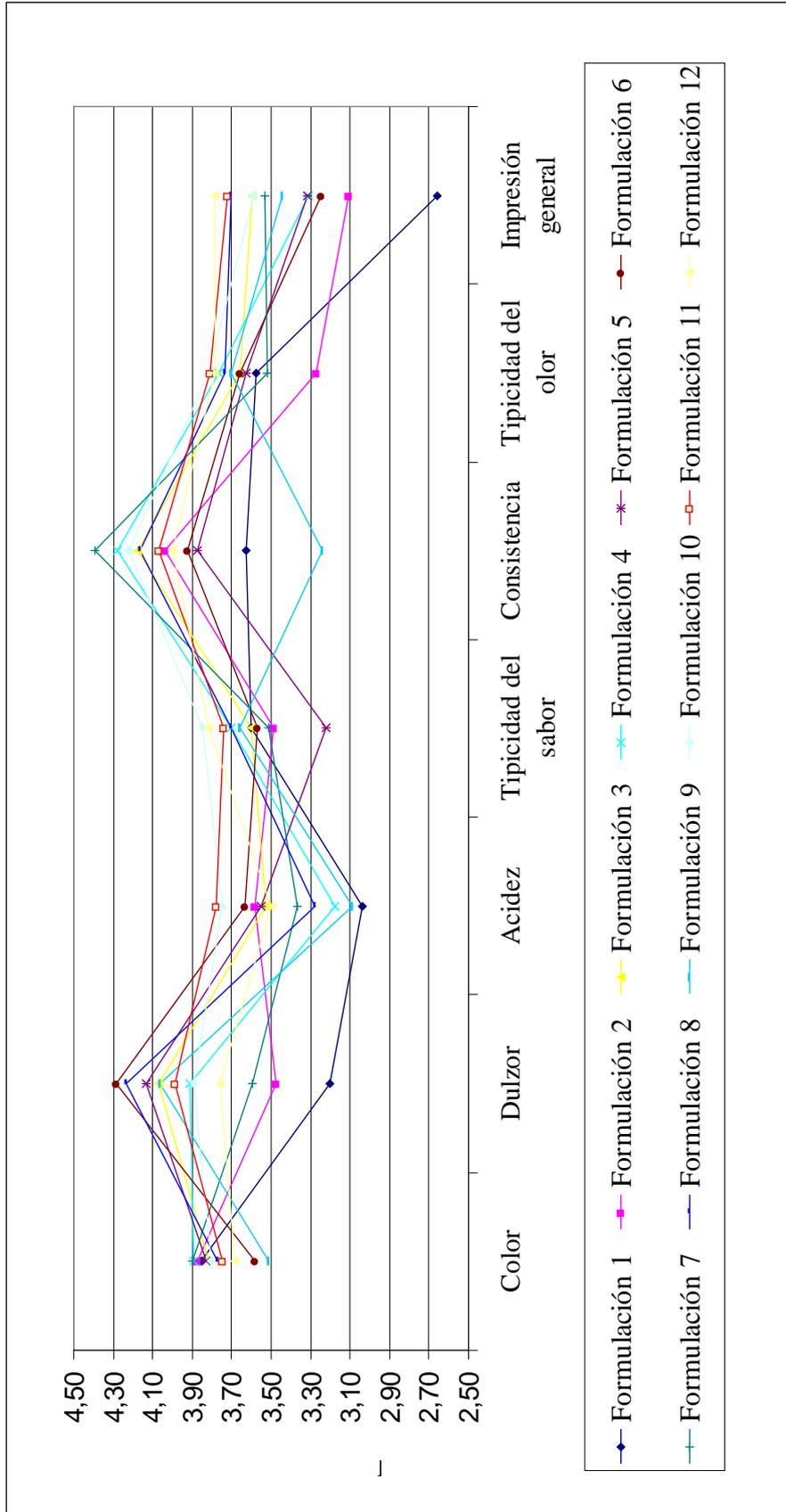


Gráfico 3.7: Calificación promedio por atributo sensorial para cada formulación

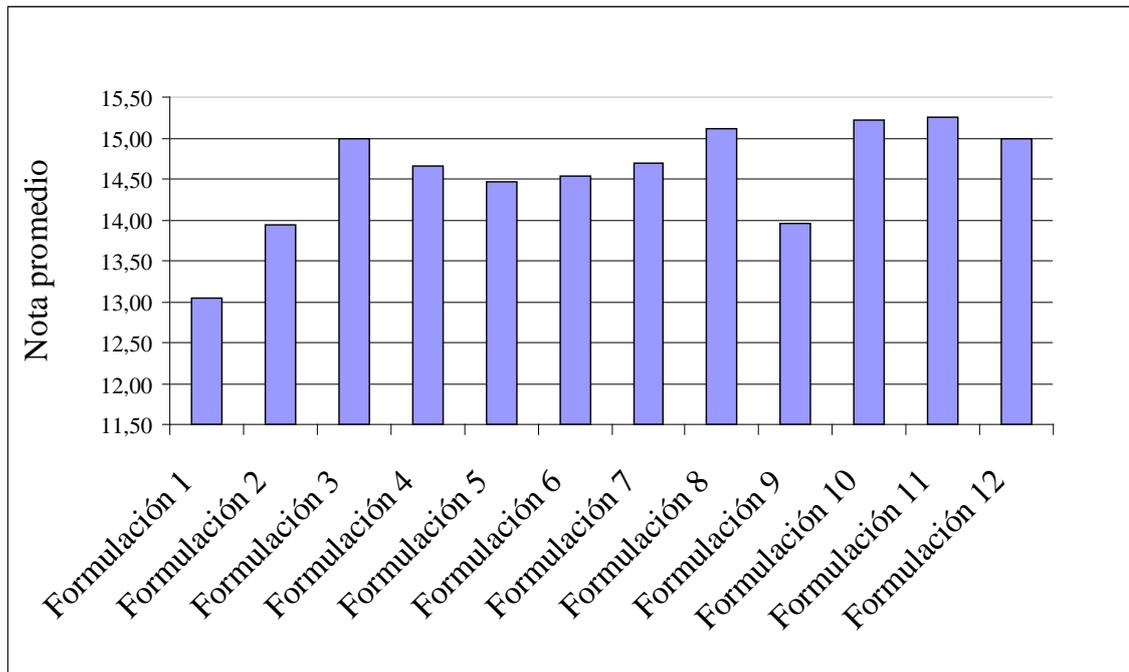


Gráfico 3.8: Parámetro Nota como promedio para cada formulación

Discusión de los resultados sensoriales:

Según la Tabla 3.4, las formulaciones con mayor calificación del atributo color son: F7, F4, F2, F1 con 3,90; 3,89; 3,87 y 3,86 respectivamente. F9 obtuvo la menor calificación con 3,51 puntos seguida de F6 con 3,58 y F12 con 3,69. El Gráfico 3.7 muestra relativamente poca variabilidad entre los promedios de las 12 formulaciones para el atributo color.

El atributo dulzor presenta una gran variabilidad entre los promedios de cada formulación según se aprecia en el Gráfico 3.7. La calificación más alta para el dulzor la obtuvo F6 con 4,29 puntos. Le siguen F8 con 4,23 y F5 con 4,13 puntos. Los 13,04 y 14,08 °Brix de F6 y F8, están cerca del nivel de °Brix promedio (13,80) y por debajo del máximo (16,28).

F1 obtuvo la menor calificación del atributo dulzor con 3,20 puntos, la misma que cuenta con uno de los niveles más bajos de °Brix. De esto se desprende, que la aceptación del dulzor está lejos de un bajo nivel de °Brix y cerca a un valor promedio de 13,80.

En el atributo acidez, igualmente se observa mucha variación entre las 12 formulaciones. F11 obtuvo el mayor puntaje de 3,78, seguido de F10 con 3,75 y F6 con 3,63. La acidez más baja la tiene F1 con 3,04 puntos, seguido de F9 con 3,09.

La tipicidad del sabor, es decir, cuán parecido es el sabor del néctar con las frutas originales, tiene poca variación entre los promedios de las 12 formulaciones salvo por F5 que tiene un valor más bajo de 3,22. Además, esta formulación tiene la menor proporción mango/maracuyá. Por el lado contrario, F10 obtuvo la mayor calificación para este atributo (3,85) y cuenta con la mayor proporción mango/maracuyá. Se concluye que la apreciación de la tipicidad del sabor está más relacionada sensorialmente con el mango que con el maracuyá.

La consistencia más agradable la obtuvo F7 con 4,39 puntos, seguido por F4 y F10 con 4,28 y 4,22 respectivamente. La consistencia más baja la obtuvo F9 con 3,24. De la misma forma que los atributos dulzor y acidez, el atributo consistencia presenta bastante variabilidad entre las 12 formulaciones.

Todas las formulaciones mantienen un valor promedio similar, referidas al atributo tipicidad del olor, dentro de la cuales F10 y F11 obtuvieron la más alta puntuación de 3,81. Sin embargo, F2 obtuvo apenas 3,27 seguido de F7 con 3,52 puntos.

Finalmente, el atributo impresión general obtuvo un máximo de 3,78 en F12 seguido de F11 con 3,72 y F8 con 3,70 puntos. Muy por debajo de las demás, F1 obtuvo la más baja calificación promedio con 2,66 seguido de F2 con 3,11 puntos.

De acuerdo a la Tabla 3.4 y al Gráfico 3.8, la formulación que obtuvo la mejor nota fue F11 con un valor de 15,25 puntos. Las formulaciones que le siguen con una nota mayor o igual a 15 puntos son: F10 con 15,21; F8 con 15,11 y F12 con 15 puntos. F1 obtuvo la menor nota con 13,04 puntos, seguida de la formulación 2 y 9 con 13,93 y 13,96 puntos respectivamente.

Según la Tabla 3.6, la formulación F11 tiene una de las menores desviaciones estándar (1,070) con respecto a las once evaluaciones o degustaciones. Del mismo modo, F1 y F2 tienen las desviaciones más elevadas (2,750 y 2,552 respectivamente). Se puede concluir que la mejor formulación tuvo una marcada aceptación por los panelistas, es decir, no es resultado de pocas respuestas con elevada calificación.

Las mejores formulaciones F11 y F10 (en lo que respecta al parámetro nota) cuentan con las mayores puntuaciones para los atributos acidez, tipicidad del sabor, tipicidad del olor e impresión general. Sin embargo, no ocurre lo mismo para el atributo dulzor, donde otras formulaciones (F6, F8 y F5) tienen las mayores calificaciones. En los atributos color y consistencia, F11 y F10 están cerca al promedio como se observa en el Gráfico 3.7.

Las formulaciones con el parámetro nota más bajo (F1 y F2) están dentro de las mejores calificadas para el atributo color y tienen la más baja apreciación del dulzor. Con respecto al color, estas formulaciones tienen la proporción de mango/maracuyá más baja y en consecuencia oscuro. Por lo tanto, se concluye que la coloración oscura del néctar deteriora la calidad percibida del color. Y con respecto al dulzor, se ratifica lo mencionado anteriormente: un bajo nivel de °Brix está relacionado a la baja aceptación del dulzor del néctar.

La formulación F1 tiene la acidez, el dulzor y la nota más bajos. F2 tiene la tipicidad de olor más baja, y su calificación se ubica lejana a F1. Asimismo, F1 y F2 cuentan con la más baja impresión general.

Las formulaciones F10 y F11 están dentro de las cinco formulaciones con más alta acidez titulable y F10 tiene uno de los pH más bajos de 3,35.

Con relación al atributo viscosidad, F11 tiene una viscosidad de 8,35 cP y F10 de 9,41 cP, estos valores están cercanos al promedio de las doce viscosidades (9,14). F1 y F2 están dentro de las cuatro formulaciones con más alta viscosidad (12 y 11,8 cP). Si analizamos este atributo por separado, es posible decir que los néctares con alta viscosidad son de menor calidad sensorial (F1 y F2). Sin embargo, es riesgoso establecer una relación con la aceptación sensorial del néctar. No debemos perder de vista que unos atributos sensoriales pueden ser opacados por el efecto de

otros. De allí, la importancia de conocer *a priori* (mediante encuestas) o *a posteriori* (mediante técnicas estadísticas) el grado de importancia de cada atributo sensorial percibido por cada persona, juez o panelista.

El valor promedio del índice °Brix/acidez de las doce formulaciones es de 34, cuyo máximo valor de 43,27 recae en F9 y el mínimo de 25,6 en F8. La formulación F11 cuenta con un índice °Brix/acidez de 35,7 muy cercana al promedio, al igual que F10 con 31,92. Podemos decir que un buen índice de madurez de la fruta, es decir, apreciable sensorialmente, no debe estar en los extremos sino alrededor de 34.

La impresión general más alta la tiene F12, la misma que cuenta con la cuarta mejor nota y la segunda mejor tipicidad del sabor.

Las formulaciones F11 y F10 tienen el nivel más alto de °Brix (16,07 y 16,28 respectivamente). Se podría decir que las preferencias están relacionadas al mayor valor de grados Brix. Sin embargo, debemos recordar que los °Brix se definen por el aporte de sólidos solubles del azúcar, del mango y del maracuyá; cuyas proporciones utilizadas afectan la percepción de todos atributos sensoriales del néctar.

Capítulo 4

Evaluación estadística de los resultados

4.1 Comparaciones múltiples entre formulaciones

Este procedimiento busca encontrar las posibles diferencias significativas entre las 12 formulaciones para cada uno de los 8 parámetros sensoriales evaluados utilizando el programa estadístico Statgraphics.

Se compara los datos en 12 columnas las que corresponden a cada formulación. El valor F-ratio en la tabla de ANOVA comprobará si hay alguna diferencia significativa entre las medias calculadas para cada columna. Si la hay, los Tests de Rangos Múltiples indicarán las medias que son significativamente diferentes unas de otras a través de la prueba de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD).

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Si el P-valor es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 12 formulaciones a un nivel de confianza de 95,0%. Asimismo, las tablas ANOVA que se muestran a continuación incluyen las variables: suma de cuadrados, grados de libertad (Gl) y el cuadrado medio.

La prueba LSD identifica un grupo homogéneo según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, las formulaciones que tienen signo X alineados verticalmente forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. Con este método, hay un riesgo de 5% en llamar a dos formulaciones de néctares estadísticamente diferentes cuando en realidad no lo son.

Las tablas “Contraste de varianza” comprueban la hipótesis nula de que la desviación típica dentro de cada una de las 12 columnas es la misma (condición del análisis de varianza). Si el menor de los p-valores es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%. Este análisis se desarrolla empleando los siguientes tres tipos de contrastes:

1. **Contraste de Cochran**, se utiliza si todas las muestras son del mismo tamaño y es útil si la varianza de un tratamiento es mucho mayor que en los otros.

2. **Contraste de Bartlett** o el **Contraste de Hartley**, son más generales y más utilizados. Son muy conservadores y muy sensibles a la ausencia de normalidad.
3. **Contraste de Levene** consiste en efectuar un análisis de la varianza sobre las diferencias en valor absoluto entre las observaciones y la mediana (u otra medida de tendencia central), manteniendo el diseño original.

El gráfico de cajas y bigotes permite visualizar la simetría de un conjunto de datos a través de la tendencia central, la dispersión y la presencia posible de datos atípicos. La “caja” contiene el 50% central de los datos, y cada “bigote” un 25%. El segmento vertical representa la mediana y la cruz de color rojo, el promedio de los datos. Los puntos atípicos se simbolizan por cuadrados fuera de los bigotes y los cuadrados con cruz roja representan los puntos más que atípicos.

Se utilizan los siguientes criterios: si la mediana está en el centro de la caja o cerca de él, constituye un indicio de simetría de los datos, si la mediana está considerablemente más cerca del primer cuartil indica que los datos son positivamente asimétricos y si está más cerca del tercer cuartil, señala que los datos son negativamente asimétricos. Asimismo, la longitud relativa de los bigotes es un indicio de la asimetría de las observaciones.

A continuación se presentan los resultados del programa Statgraphics para analizar las posibles diferencias significativas entre las 12 formulaciones para cada una de los atributos sensoriales.

Atributo: COLOR

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	1,79881	11	0,163528	0,37	0,9668
Intra grupos	53,6429	120	0,447024		
Total	55,4417	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 9	11	3,51364	X
Formulación 6	11	3,58182	X
Formulación 12	11	3,68636	X
Formulación 11	11	3,74727	X
Formulación 8	11	3,77545	X
Formulación 10	11	3,80364	X
Formulación 3	11	3,81455	X
Formulación 5	11	3,82909	X
Formulación 1	11	3,85545	X
Formulación 2	11	3,87091	X
Formulación 4	11	3,89091	X
Formulación 7	11	3,89727	X

Contraste de varianza		
Contraste C de Cochran:	0,11948	P-valor = 1,000000
Contraste de Bartlett:	1,03985	P-valor = 0,951959
Contraste de Hartley:	2,56950	
Test de Levene:	0,51863	P-valor = 0,887645

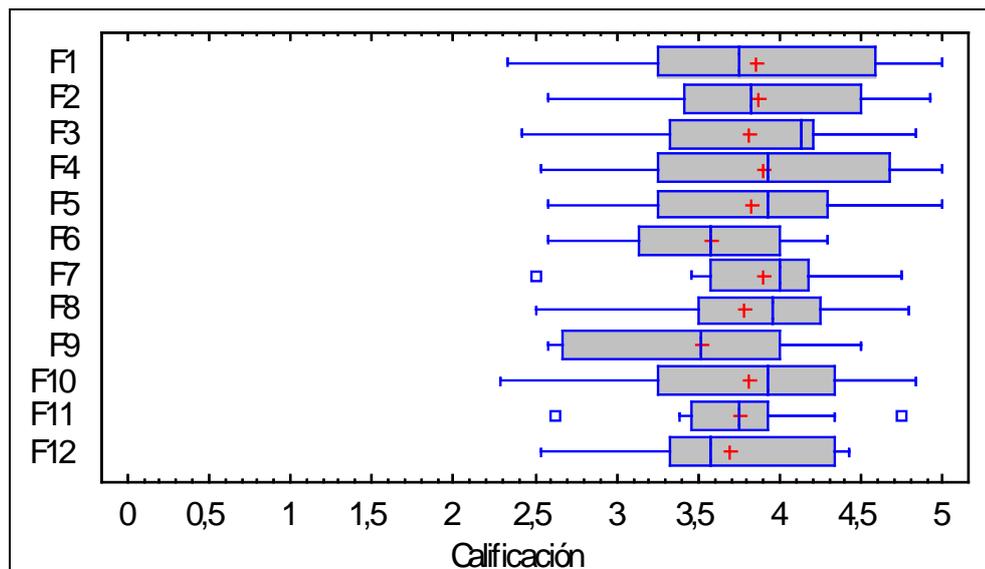


Gráfico 4.1: Gráfico de cajas y bigotes del atributo color

Resumen y comentarios:

ANOVA

No existe diferencia significativa entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

Las 12 formulaciones forman un grupo homogéneo.

Contraste de varianza

No hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%.

Gráfico de cajas y bigotes

Aproximadamente el 50% de los datos en cada formulación están en el rango de 3,2 a 4,4. Las medianas están relativamente alineadas, al igual que los promedios. Existen 3 puntos atípicos, dos de ellos en F11. Dos de los tres puntos atípicos corresponden al mismo panelista. Las cajas de F7 y F11 tienen baja dispersión en comparación a las restantes. Además, F7 obtuvo una alta aceptación del atributo color, lo cual comprueba su aprobación general por los panelistas. Las longitudes de las cajas de F1, F4 y F9 muestran alta variabilidad. Los resultados de F9 presentan un sesgo hacia la izquierda, lo cual ratifica que F9 haya obtenido la menor calificación promedio para el color.

Atributo: DULZOR

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	12,6802	11	1,15274	1,26	0,2555
Intra grupos	109,719	120	0,914329		
Total	122,4	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 1	11	3,20455	X
Formulación 2	11	3,47636	XX
Formulación 7	11	3,59727	XXX
Formulación 12	11	3,75818	XXX
Formulación 10	11	3,89455	XXX
Formulación 4	11	3,90818	XXX
Formulación 11	11	3,98455	XXX
Formulación 9	11	4,06727	XX
Formulación 3	11	4,06818	XX
Formulación 5	11	4,13364	XX
Formulación 8	11	4,23455	XX
Formulación 6	11	4,28818	X

Contraste de varianza		
Contraste C de Cochran:	0,17101	P-valor = 0,224435
Contraste de Bartlett:	1,17971	P-valor = 0,058604
Contraste de Hartley:	7,47354	
Test de Levene:	1,04685	P-valor = 0,410268

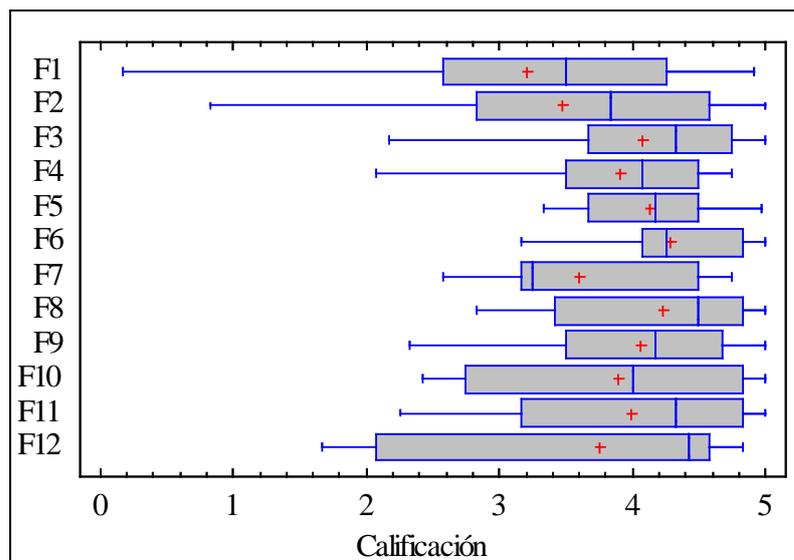


Gráfico 4.2: Gráfico de cajas y bigotes para el atributo dulzor

Resumen y comentarios:

ANOVA

No existe diferencia significativa entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

Según la Prueba LSD de Fisher, es posible encontrar formulaciones estadísticamente diferentes y así formar los tres grupos de formulaciones.

Contraste de varianza

No hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%.

Gráfico de cajas y bigotes

Las formulaciones F1 y F2 poseen una alta variabilidad en sus calificaciones y son las que tienen las más bajas calificaciones promedio. F6 tiene poca variabilidad siendo ésta la que obtuvo mejor calificación promedio. No existen puntos atípicos. Las calificaciones promedio de las doce formulaciones están muy cercanas a 4, demostrando que las mismas cuentan como buena aceptación. La totalidad de las formulaciones cuentan con poca longitud de los bigotes derechos, mostrando un moderado sesgo a la derecha.

Atributo: ACIDEZ

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	7,45408	11	0,677644	0,38	0,9618
Intra grupos	214,245	120	1,78537		
Total	221,699	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 1	11	3,04000	X
Formulación 9	11	3,08818	X
Formulación 4	11	3,17455	X
Formulación 8	11	3,27545	X
Formulación 7	11	3,36909	X
Formulación 12	11	3,50091	X
Formulación 3	11	3,52273	X
Formulación 5	11	3,55182	X
Formulación 2	11	3,58182	X
Formulación 6	11	3,63091	X
Formulación 10	11	3,75000	X
Formulación 11	11	3,78000	X

Contraste de varianza	
Contraste C de Cochran:	0,13448 P-valor = 1,000000
Contraste de Bartlett:	1,10266 P-valor = 0,417006
Contraste de Hartley:	4,55999
Test de Levene:	0,46215 P-valor = 0,922996

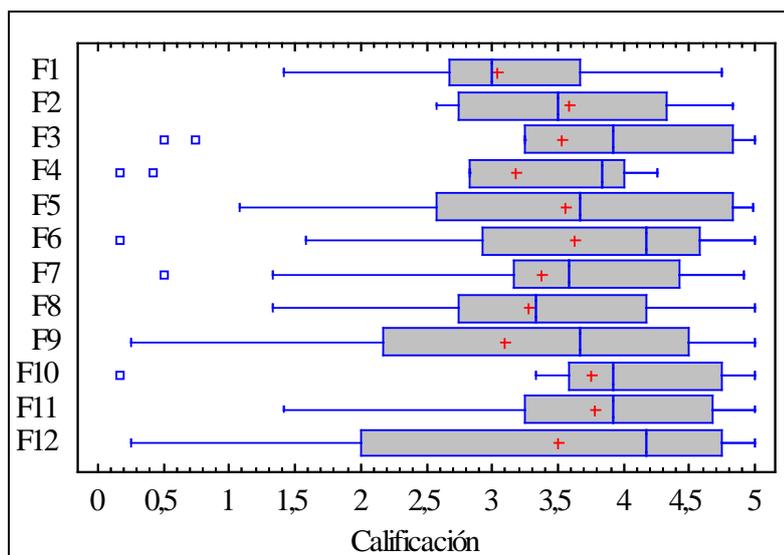


Gráfico 4.3: Gráfico de cajas y bigotes para el atributo acidez

Resumen y comentarios:**ANOVA**

No existe diferencia significativa entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

Las 12 formulaciones forman un grupo homogéneo.

Contraste de varianza

No hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%.

Gráfico de cajas y bigotes

Las formulaciones F3 y F4 no presentan bigote en su extremo izquierdo y tienen dos puntos atípicos hacia la izquierda. F6, F7 y F10 tienen un punto atípico. Las medianas y los promedios en cada formulación se ubican relativamente bien alineadas. F9, F11 y F12 muestran gran variabilidad de las respuestas.

Atributo: TIPICIDAD DEL SABOR

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	3,43755	11	0,312505	0,48	0,9122
Intra grupos	78,0343	120	0,650286		
Total	81,4718	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 5	11	3,22182	X
Formulación 2	11	3,48545	X
Formulación 7	11	3,51273	X
Formulación 6	11	3,57091	X
Formulación 3	11	3,60273	X
Formulación 1	11	3,60364	X
Formulación 9	11	3,66091	X
Formulación 4	11	3,70000	X
Formulación 8	11	3,70091	X
Formulación 11	11	3,74273	X
Formulación 12	11	3,81818	X
Formulación 10	11	3,84909	X

Contraste de varianza		
Contraste C de Cochran:	0,13311	P-valor = 1,000000
Contraste de Bartlett:	1,09814	P-valor = 0,456547
Contraste de Hartley:	3,21763	
Test de Levene:	0,51717	P-valor = 0,888643

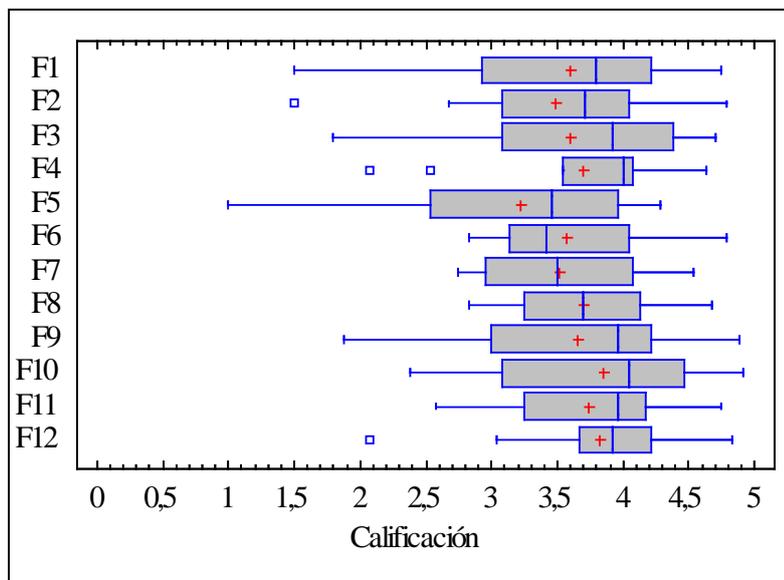


Gráfico 4.4: Gráfico de cajas y bigotes para el atributo tipicidad del sabor

Resumen y comentarios:

ANOVA

No existe diferencia significativa entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

Las 12 formulaciones forman un grupo homogéneo.

Contraste de varianza

No hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%.

Gráfico de cajas y bigotes

Aproximadamente el 50% de los datos en cada formulación están en el rango de 3,4 a 4,2. Las medianas y promedios están relativamente alineadas. Existen 4 puntos atípicos, dos en F4, uno en F2 y otro en F12. Los puntos atípicos de F2 y de F12 corresponden al mismo panelista. Los puntos atípicos de F4 al igual que el atributo acidez corresponden a un mismo panelista. La formulación F5, F1 y F3 tienen una alta variabilidad a diferencia de las formulaciones restantes. Esta formulación tiene el menor contenido de mango y relativamente poca azúcar. Este atributo no presenta sesgo a la derecha como lo presentaron los anteriores.

Atributo: CONSISTENCIA

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	11,91	11	1,08273	1,20	0,2974
Intra grupos	108,683	120	0,90568		
Total	120,592	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 9	11	3,23909	X
Formulación 1	11	3,62909	XX
Formulación 5	11	3,87273	XX
Formulación 6	11	3,92182	XX
Formulación 12	11	4,00000	XX
Formulación 2	11	4,03818	XX
Formulación 11	11	4,06818	X
Formulación 8	11	4,16636	X
Formulación 3	11	4,17455	X
Formulación 10	11	4,22000	X
Formulación 4	11	4,28000	X
Formulación 7	11	4,39091	X

Contraste de varianza	
Contraste C de Cochran:	0,17937 P-valor = 0,152186
Contraste de Bartlett:	1,22039 P-valor = 0,017291
Contraste de Hartley:	20,28350
Test de Levene:	0,77628 P-valor = 0,663004

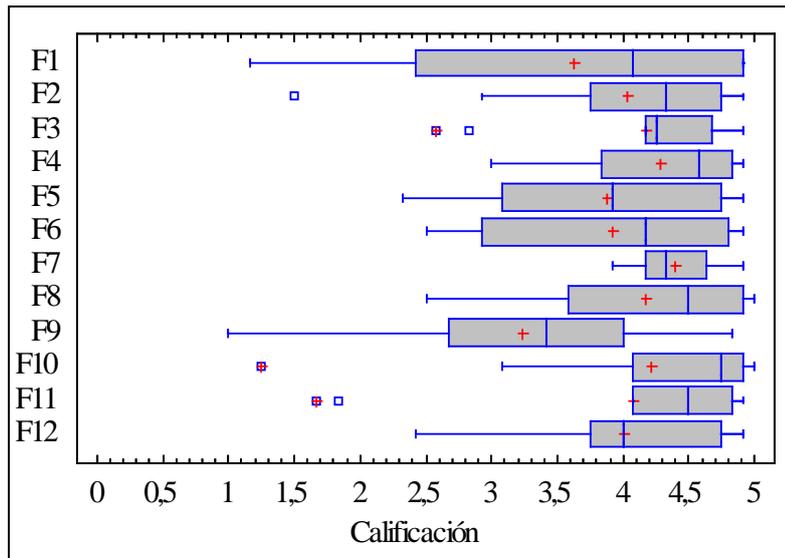


Gráfico 4.5: Gráfico de cajas y bigotes para el atributo consistencia

Resumen y comentarios:

ANOVA

No existe diferencia significativa entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

Aunque el análisis de varianza dice que no existe diferencia significativa, para la prueba LSD de contrastes múltiples es posible formar dos grupos homogéneos de formulaciones.

Contraste de varianza

Si existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0% puesto que p-valor según Contraste de Bartlett (0,0173) es menor a 0,05.

Gráfico de cajas y bigotes

Todas las formulaciones tienen sesgo a la derecha. F1, F8, F9, F10 y F12 presentan mucha variabilidad de los resultados. Las formulaciones F2, F3 y F11 tienen un punto atípico y F3, F10 y F11 tienen un punto todavía más atípico.

Atributo: TIPICIDAD DEL OLOR

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	2,85603	11	0,259639	0,33	0,9770
Intra grupos	93,6956	120	0,780797		
Total	96,5517	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 2	11	3,27273	X
Formulación 7	11	3,51818	X
Formulación 1	11	3,57636	X
Formulación 5	11	3,63182	X
Formulación 3	11	3,65636	X
Formulación 6	11	3,66000	X
Formulación 9	11	3,70455	X
Formulación 8	11	3,73364	X
Formulación 4	11	3,76545	X
Formulación 12	11	3,78545	X
Formulación 11	11	3,81273	X
Formulación 10	11	3,81545	X

Contraste de varianza	
Contraste C de Cochran:	0,20919 P-valor = 0,034489
Contraste de Bartlett:	1,11414 P-valor = 0,326026
Contraste de Hartley:	5,45238
Test de Levene:	0,63953 P-valor = 0,791812

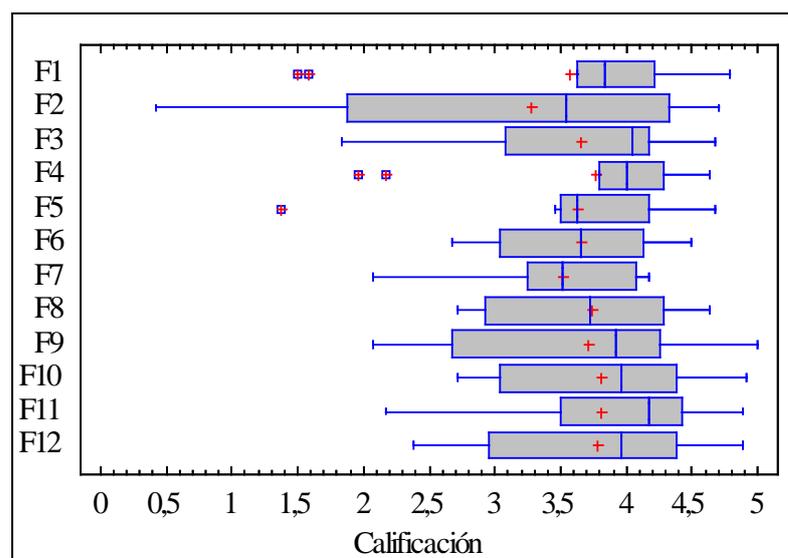


Gráfico 4.6: Gráfico de cajas y bigotes para el atributo tipicidad del olor

Resumen y comentarios:**ANOVA**

No existe diferencia significativa entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

Las 12 formulaciones forman un grupo homogéneo.

Contraste de varianza

No hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%.

Gráfico de cajas y bigotes

Las medianas y los promedios tienen una considerable alineación. Existen cinco puntos más que atípicos al lado izquierdo, dos en F1 y F4 y uno en F5. Los resultados de las formulaciones F2 y F3 tienen una alta variabilidad. Además, F2 tiene la menor calificación promedio. La longitud de su caja de F1, F4 y F5 es pequeña, a diferencia de F2. Este es el segundo atributo que no muestra sesgo a la derecha y ambos corresponden a las tipicidades de la frutas (sabor y olor).

Atributo: IMPRESIÓN GENERAL

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	12,1995	11	1,10905	2,43	0,0092
Intra grupos	54,8792	120	0,457327		
Total	67,0787	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 1	11	2,65636	X
Formulación 2	11	3,10727	XX
Formulación 6	11	3,24818	XX
Formulación 4	11	3,31091	XX
Formulación 5	11	3,31818	XX
Formulación 9	11	3,44364	XX
Formulación 7	11	3,53273	XX
Formulación 10	11	3,59182	XX
Formulación 3	11	3,59727	XX
Formulación 8	11	3,70273	X
Formulación 11	11	3,72000	X
Formulación 12	11	3,78364	X

Contraste de Varianza		
Contraste C de Cochran:	0,19395	P-valor = 0,075034
Contraste de Bartlett:	1,18013	P-valor = 0,057899
Contraste de Hartley:	7,18691	
Test de Levene:	0,92198	P-valor = 0,521825

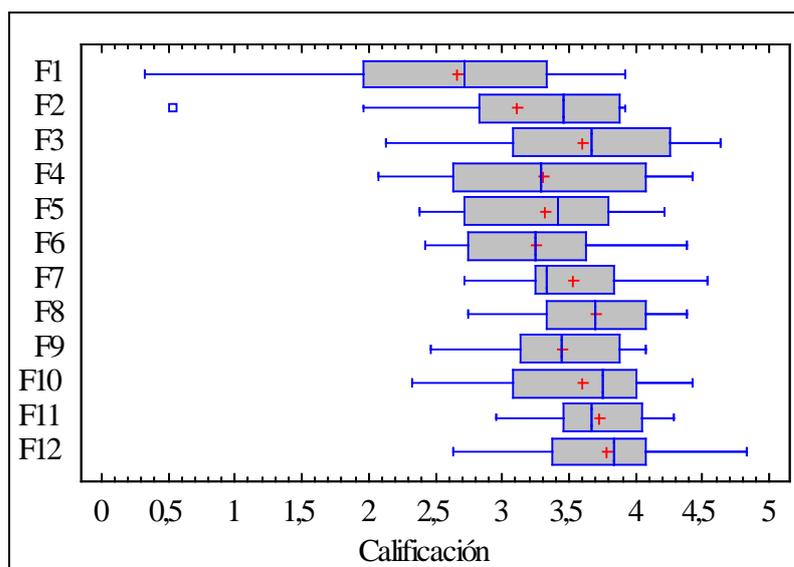


Gráfico 4.7: Gráfico de cajas y bigotes para el atributo impresión general

Resumen y comentarios:

ANOVA

Existen diferencias significativas entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

Las 12 formulaciones forman tres grupos homogéneos.

Contraste de varianza

No hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%.

Gráfico de cajas y bigotes

La formulación F1 presenta la más alta variabilidad de los resultados y coincide con ser la de menor calificación promedio. F2 tiene un punto atípico a la izquierda y tiene la segunda más baja calificación promedio. La mayoría de las cajas de pequeña longitud, lo que demuestra la concentración de resultados. Este atributo no presenta sesgo de los resultados.

Atributo: NOTA

Análisis de la varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-ratio	P-valor
Entre grupos	51,3576	11	4,66887	1,59	0,1110
Intra grupos	353,035	120	2,94196		
Total	404,393	131			

Prueba LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
Formulación 1	11	13,0445	X
Formulación 2	11	13,9336	XX
Formulación 9	11	13,9582	XX
Formulación 5	11	14,4582	XX
Formulación 6	11	14,5300	X
Formulación 4	11	14,6573	X
Formulación 7	11	14,6927	X
Formulación 3	11	14,9945	X
Formulación 12	11	14,9964	X
Formulación 8	11	15,1136	X
Formulación 10	11	15,2109	X
Formulación 11	11	15,2464	X

Contraste de varianza	
Contraste C de Cochran:	0,21444 P-valor = 0,026155
Contraste de Bartlett:	1,22783 P-valor = 0,013730
Contraste de Hartley:	7,40628
Test de Levene:	1,55642 P-valor = 0,120517

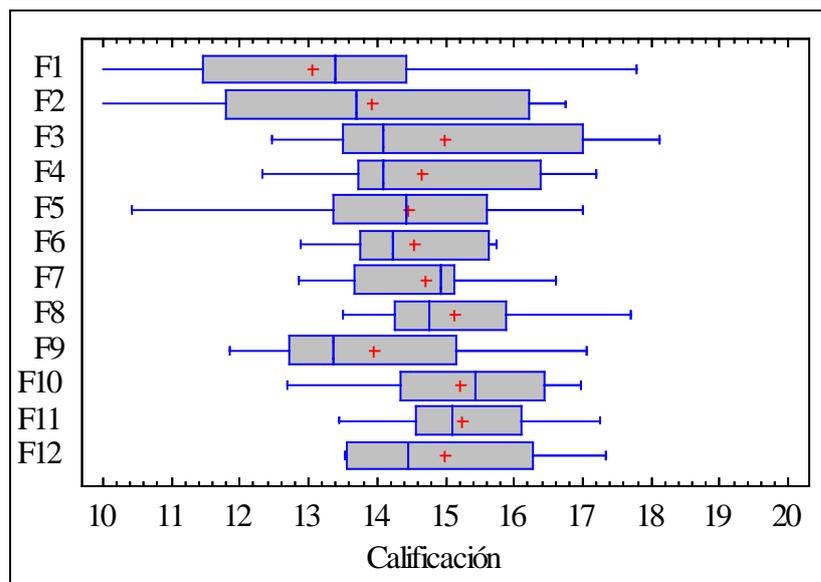


Gráfico 4.8: Gráfico de cajas y bigotes para el parámetro nota

Resumen y comentarios:

ANOVA

No existe diferencia significativa entre las 12 formulaciones para $p=0,05$.

Contraste múltiple

A pesar que el análisis de varianza arroja que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 12 formulaciones, la prueba de Fisher forma dos grupos homogéneos.

Contraste de varianza

Si hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas para un nivel de confianza del 95,0%.

Gráfico de cajas y bigotes

No se observan puntos atípicos en ninguna formulación. Las formulaciones F1, F2 y F5 tienen una alta variabilidad. La longitud de la caja de F6, F7, F8 y F11 es pequeña, a diferencia de F2 que es la más grande. F1 tiene la menos calificación promedio y F11 tiene la mayor calificación. F1, F7, F8, F9, F12 presentan sesgo a la izquierda.

En la Tabla 4.1 se resumen los resultados anteriores. Los valores que aparecen en cada celda corresponden a la media de las 11 evaluaciones de cada panelista para cada una de las 12 formulaciones. Un grupo homogéneo dentro de cada columna, es decir, sin diferencias estadísticamente significativas, se denota porque lleva la misma letra minúscula al lado derecho de la media. Por ejemplo, para el atributo consistencia, las formulaciones 1, 2, 5, 6, 9 y 12 que lleven la letra “a” forman un grupo homogéneo.

Formulación	Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad del sabor	Consistencia	Tipicidad del olor	Impresión general	Nota
-------------	-------	--------	--------	---------------------	--------------	--------------------	-------------------	------

Tabla 4.1: Grupos homogéneos para cada atributo sensorial

1	3,86 a	3,20 a	3,04 a	3,60 a	3,63 ab	3,58 a	2,66 a	13,04 a
2	3,87 a	3,48 ab	3,58 a	3,48 a	4,04 ab	3,27 a	3,11 ab	13,93 ab
3	3,81 a	4,07 bc	3,52 a	3,60 a	4,17 b	3,66 a	3,59 bc	14,99 b
4	3,89 a	3,91 abc	3,17 a	3,70 a	4,28 b	3,77 a	3,31 bc	14,66 b
5	3,83 a	4,13 bc	3,55 a	3,22 a	3,87 ab	3,63 a	3,32 bc	14,46 ab
6	3,58 a	4,29 c	3,63 a	3,57 a	3,92 ab	3,66 a	3,25 bc	14,53 b
7	3,90 a	3,60 abc	3,37 a	3,51 a	4,39 b	3,52 a	3,53 bc	14,69 b
8	3,78 a	4,23 bc	3,28 a	3,70 a	4,17 b	3,73 a	3,70 c	15,11 b
9	3,51 a	4,07 bc	3,09 a	3,66 a	3,24 a	3,70 a	3,44 bc	13,96 ab
10	3,80 a	3,89 abc	3,75 a	3,85 a	4,22 b	3,81 a	3,59 bc	15,21 b
11	3,75 a	3,98 abc	3,78 a	3,74 a	4,07 b	3,81 a	3,72 c	15,25 b
12	3,69 a	3,76 abc	3,50 a	3,82 a	4,00 ab	3,78 a	3,78 c	15,00 b

En los atributos color, acidez titulable, tipicidad del sabor y tipicidad del olor no se observa diferencias significativas entre las formulaciones de néctares.

En el capítulo anterior se determinó que las formulaciones F6, F8, y F5 obtuvieron los mejores resultados para el atributo dulzor. En la Tabla 4.1, estas formulaciones llevan las letras c, bc y bc respectivamente. Entonces, las formulaciones con estas letras (F6, F8, F5, F3 y F9) constituyen las formulaciones mejor calificadas y sin diferencias estadísticamente significativas. De estas cinco formulaciones, F6 tiene el menor valor de °Brix (13,04). Por lo tanto, podemos decir que este atributo puede reducirse hasta ese nivel y se seguirá manteniendo la misma aceptación del atributo dulzor.

Con respecto al atributo consistencia, las formulaciones F4 y F7 obtuvieron la mejor calificación (ver Gráfico 3.7). Asimismo, estas formulaciones corresponden, según la Tabla 4.1, al grupo b junto con F10, F3 y F8. Se omiten las formulaciones F2, F12, F6, F5 y F1 por pertenecer también a otro grupo homogéneo (c). De estas cinco formulaciones de un mismo grupo homogéneo, F8 tiene la menor consistencia de 4,17 cP. Por lo tanto, el valor de este atributo puede reducirse hasta este nivel, sin alterar la percepción sensorial de la consistencia del néctar.

Estas dos últimas afirmaciones son de gran utilidad en el plano económico ya que a manera de optimización de recursos, se recomienda la disminución de los insumos empleados sin perjuicio de la calidad sensorial del producto. Se mencionó en el Capítulo 1, el empleo a nivel comercial de estabilizantes o espesantes que aumentan la consistencia de las bebidas.

4.2 Análisis de correlación

El coeficiente de correlación de Pearson describe la intensidad de la relación lineal entre dos conjuntos de variables, dicho en otras palabras, la existencia de una relación significativa entre

dos o más variables. Si el comportamiento de las dos variables es lineal podemos afirmar que existe correlación entre ambas variables.

El coeficiente de Pearson(r) puede tomar los siguientes valores:

Cercano a +1 = buena correlación positiva
 Cero = no hay correlación o es muy débil
 Cercano a -1 = buena correlación negativa

La dirección o los signos (+ o -) del coeficiente de Pearson no influyen en la intensidad de la relación entre dos variables, es decir, que coeficientes $r = 0,87$ y $r = -0,87$ tienen la misma fuerza o intensidad de correlación.

El siguiente gráfico resume la intensidad de la relación y la dirección del coeficiente de correlación de Pearson.

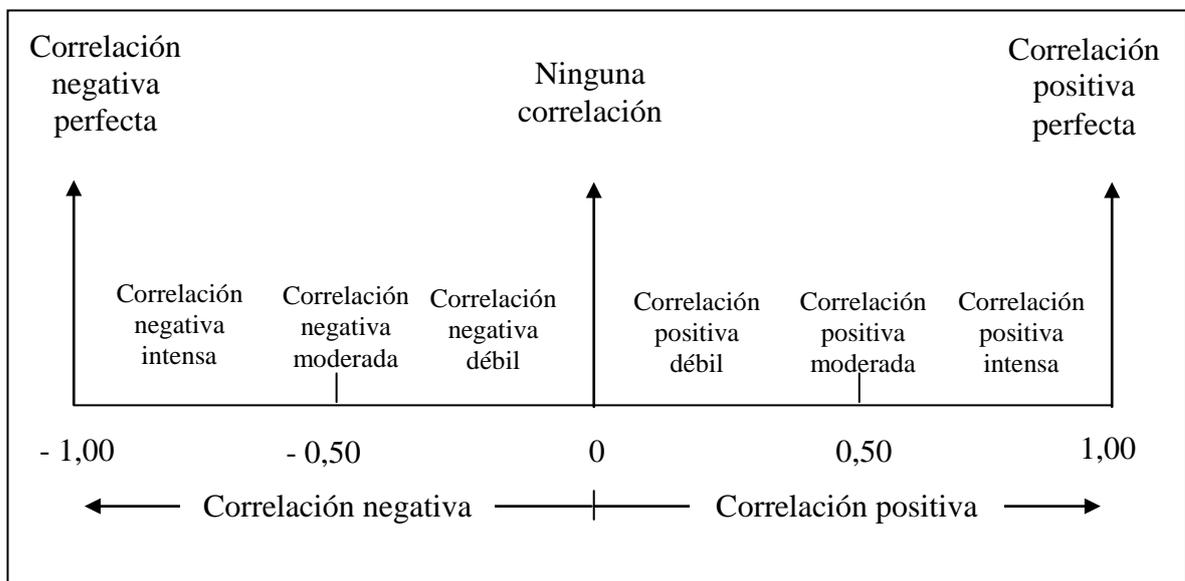


Gráfico 4.9: Valores del coeficiente de Pearson [27]

La interpretación de los valores del coeficiente de Pearson como correlación intensa, moderada o débil varía por muchas razones, entre las cuales podemos señalar: según el autor, el tipo de variable en estudio, la rigidez del investigador, etc.

4.2.1 Análisis de correlación entre parámetros sensoriales

A continuación se presenta la Tabla 4.2, donde se aplica la teoría explicada en el apartado 4.2 con ayuda del programa estadística SPSS versión 15 para Windows [21]. Para cada relación entre los parámetros sensoriales, se muestran: el valor de correlación de Pearson y el nivel de significación bilateral.

Tabla 4.2: Coeficientes de correlación entre los atributos sensoriales

		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad del sabor	Consistencia	Tipicidad del olor	Impresión general	Nota
Color	Correlación Pearson	1	0,104	-0,209(*)	0,122	0,096	0,032	0,202(*)	,275(**)
	Significación		0,234	0,016	0,162	0,271	0,719	0,020	0,001
Dulzor	Correlación Pearson	0,104	1	0,181(*)	0,059	0,237(**)	0,129	0,310(**)	0,599(**)
	Significación	0,234		0,038	0,505	0,006	0,140	0,000	0,000
Acidez	Correlación Pearson	-0,209(*)	0,181(*)	1	-0,227(**)	0,078	-0,235(**)	-0,054	0,284(**)
	Significación	0,016	0,038		0,009	0,374	0,007	0,540	0,001
Tipicidad del sabor	Correlación Pearson	0,122	0,059	-0,227(**)	1	0,042	0,773(**)	0,345(**)	0,469(**)
	Significación	0,162	0,505	0,009		0,636	0,000	0,000	0,000
Consistencia	Correlación Pearson	0,096	0,237(**)	0,078	0,042	1	-0,024	0,268(**)	0,544(**)
	Significación	0,271	0,006	0,374	0,636		0,781	0,002	0,000
Tipicidad del Olor	Correlación Pearson	0,032	0,129	-0,235(**)	0,773(**)	-0,024	1	0,348(**)	0,484(**)
	Significación	0,719	0,140	0,007	0,000	0,781		0,000	0,000
Impresión general	Correlación Pearson	0,202(*)	0,310(**)	-0,054	0,345(**)	0,268(**)	0,348(**)	1	0,743(**)
	Significación	0,020	0,000	0,540	0,000	0,002	0,000		0,000
Nota	Correlación Pearson	0,275(**)	0,599(**)	0,284(**)	0,469(**)	0,544(**)	0,484(**)	0,743(**)	1
	Significación	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

4.2.2 Análisis de correlación entre parámetros físico-químicos y sensoriales

Este apartado analiza las relaciones entre los cinco parámetros físico-químicos con cada uno de las ocho variables sensoriales. Para cada relación se muestra el valor de la correlación de Pearson, el nivel de significancia y la cantidad de repeticiones (N).

Con los resultados del presente apartado, los parámetros del néctar que son fácilmente controlables, y del apartado anterior, características que definen la calidad del néctar, será posible manipular indirectamente las variables sensoriales a través de las físico-químicas. Vale recordar que la elaboración y administración de encuestas para medir la apreciación y aceptación sensorial del consumidor suelen ser complejas y demandar considerable tiempo.

Tabla 4.3: Coeficientes de correlación entre parámetros físico-químicos y sensoriales

		°Brix	Acidez titulable	pH	Viscosidad	°Brix/acidez
Color	Correlación Pearson	-0,051	0,011	-0,018	0,058	-0,062
	Significación	0,565	0,905	0,841	0,509	0,483
	N	132	132	132	132	132
Dulzor	Correlación Pearson	0,101	0,080	-0,035	-0,135	0,028
	Significación	0,250	0,361	0,692	0,122	0,748
	N	132	132	132	132	132
Acidez	Correlación Pearson	0,076	0,311(**)	-0,039	-0,041	-0,024
	Significación	0,383	0,000	0,659	0,643	0,782
	N	132	132	132	132	132
Tipicidad del sabor	Correlación Pearson	0,098	0,020	0,006	0,041	0,060
	Significación	0,265	0,816	0,944	0,643	0,492
	N	132	132	132	132	132
Consistencia	Correlación Pearson	0,063	0,075	-0,063	-0,005	-0,042
	Significación	0,475	0,390	0,476	0,954	0,636
	N	132	132	132	132	132
Tipicidad del olor	Correlación Pearson	0,109	0,058	-0,031	-0,029	0,037
	Significación	0,213	0,508	0,724	0,738	0,675
	N	132	132	132	132	132
Impresión general	Correlación Pearson	0,341(**)	0,153	-0,078	-0,152	0,137
	Significación	0,000	0,080	0,374	0,081	0,118
	N	132	132	132	132	132
Nota	Correlación Pearson	0,250(**)	0,155	-0,087	-0,107	0,048
	Significación	0,004	0,077	0,319	0,222	0,586
	N	132	132	132	132	132

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

En la Tabla 4.4 se agrupan las correlaciones significativas al nivel de 0,01 y 0,05 entre el parámetro “Nota” versus las variables restantes, ordenadas según la magnitud de la correlación de Pearson. De la misma forma, la Tabla 4.5 agrupa las correlaciones significativas del parámetro impresión general.

Tabla 4.4: Coeficientes de correlación significativos del parámetro nota

Parámetro 1	Parámetro 2	Correlación de Pearson
Nota	Impresión general	0,743**
Nota	Dulzor	0,599**
Nota	Consistencia	0,544**
Nota	Tipicidad del olor	0,484**
Nota	Tipicidad del sabor	0,469**
Nota	Acidez	0,284**
Nota	Color	0,275**

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 4.5: Correlaciones significativas del parámetro impresión general

Parámetro 1	Parámetro 2	Correlación de Pearson
Impresión general	Tipicidad del olor	0,348**
Impresión general	Tipicidad del sabor	0,345**
Impresión general	Dulzor	0,310**
Impresión general	Consistencia	0,268**
Impresión general	Color	0,202*

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Como se mencionó en el Capítulo 2, el parámetro sensorial llamado “Impresión general” representa la adición subjetiva de todas las impresiones sensoriales como una expresión de arte. El parámetro “Nota” consiste en la adición (objetiva) ponderada de cada uno de los siete parámetros sensoriales (color, dulzor, acidez, tipicidad del sabor, consistencia, tipicidad del olor e impresión general). Definitivamente, en este parámetro influye directamente – en mayor o menor medida – los pesos utilizados de la Tabla 2.3.

Como se recuerda, en el Capítulo 2 se definió la siguiente ecuación que representa al parámetro “Nota”:

$$\text{Nota} = (0,5) \cdot (\text{color}) + (0,5) \cdot (\text{dulzor}) + (0,5) \cdot (\text{acidez}) + (0,3) \cdot (\text{tipicidad del sabor}) + (0,6) \cdot (\text{consistencia}) + (0,6) \cdot (\text{tipicidad del olor}) + (1) \cdot (\text{impresión general}).$$

Como se aprecia en los resultados de la Tabla 4.4, el parámetro “Nota” está correlacionado, a un nivel de significancia de 0,01, con todos los parámetros sensoriales y en mayor medida con los siguientes: impresión general, dulzor, consistencia, tipicidad del olor y tipicidad del sabor. Los demás parámetros (acidez y color) a pesar de tener una correlación significativa, no lo son en la misma magnitud que las primeras.

Es preciso resaltar que el parámetro impresión general es el mejor correlacionado con “Nota” ($r=0,743$). Esto se explica en parte porque la impresión general cuenta con la mayor ponderación en la ecuación.

El mismo análisis se desarrolla para el parámetro impresión general y se deduce que la tipicidad del olor, la tipicidad del sabor, el dulzor y la consistencia están fuertemente relacionados con la impresión general a un nivel de significancia de 0,01.

Se observa que la acidez no está relacionada significativamente con la impresión general pero sí con “Nota”. Podríamos decir que la ausencia de esta correlación, haría pensar que la acidez no sería un buen predictor de la aceptación del néctar para el panel de evaluadores del presente trabajo.

Por lo tanto, se comprueba la eficacia de la ecuación ya que todos los parámetros, a excepción de la acidez, se correlacionan fuertemente con “Nota” e impresión general.

Las correlaciones entre parámetros sensoriales, ordenados según el valor de la correlación de Pearson, son las siguientes:

Tabla 4.6: Correlaciones significativas entre parámetros sensoriales

Parámetro 1	Parámetro 2	Correlación de Pearson
Tipicidad del sabor	Tipicidad del olor	0,773**
Dulzor	Consistencia	0,237**
Acidez	Tipicidad del olor	-0,235**
Acidez	Tipicidad del sabor	-0,227**
Color	Acidez	-0,209*
Dulzor	Acidez	0,181*

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

En líneas anteriores, se mencionó que la acidez no sería un buen predictor de la aceptación del néctar. Sin embargo, según la Tabla 4.6, la acidez tiene una fuerte relación lineal con la tipicidad del olor y la tipicidad del sabor. Estos dos últimos atributos si se relacionan fuertemente con la impresión general. Entonces por la ley transitiva, podemos afirmar que la impresión general está relacionada estadísticamente con la acidez. Evidentemente la fuerza de la correlación es mucho menor.

La alta correlación positiva entre la tipicidad del sabor con la tipicidad del olor es notoria porque para un incremento en la proporción del mango, aumenta su respectivo sabor y olor en detrimento del maracuyá y viceversa.

Con relación a la correlación entre el dulzor y la consistencia (0,237), el aumento del dulzor o la cantidad de azúcar en la formulación, produce un néctar de mayor consistencia, es decir, se confirma estadísticamente esta relación lógica.

Existe una correlación negativa entre acidez-tipicidad del sabor, acidez-tipicidad del olor y color-acidez debido a que como se dijo en la discusión del Capítulo 3, un aumento en la proporción de

mango reduce la acidez de la mezcla final. Además, este incremento de mango repercute en el aumento del olor.

Con respecto a la correlación color-acidez, se concluyó en el capítulo anterior que las formulaciones F6, F10 y F11 obtuvieron las calificaciones más altas para el atributo acidez. Coincidentemente estas formulaciones tienen los valores de acidez titulable más altos (ver Gráfico 3.7). Una alta acidez titulable representa un mayor contenido de maracuyá y una mayor coloración oscura del néctar puesto que la pulpa de maracuyá es de color marrón a diferencia del color amarillento de la pulpa de mango. Esta correlación negativa (-0,209) expresa que cuando aumenta la aceptación de la acidez, disminuye la aceptación del color, oscuro.

La correlación positiva a un nivel de significancia de 0,05 entre el dulzor y la acidez puede estar sugiriendo una apreciación positiva de los evaluadores por ambas sensaciones, es decir, un sabor agrídulce.

Las correlaciones encontradas entre parámetros sensoriales y parámetros físico-químicos se muestran en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7: Correlacione entre parámetros sensoriales y físico-químicos

Parámetro 1	Parámetro 2	Correlación de Pearson
°Brix	Impresión general	0,341**
Acidez titulable	Acidez	0,311**
°Brix	Nota	0,250**

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Aparentemente, según la Tabla 4.7, sólo el parámetro físico-químico °Brix tendría correlación directa con la aceptación del néctar. Sin embargo, dado que cada parámetro (sensorial y físico-químico) tiene una escala distinta y dado que las variaciones en los parámetros físico-químicos son pequeñas en comparación a las variaciones sensoriales, resulta complejo establecer una correlación. Por el contrario, estos resultados resaltan la importancia mas no exclusividad del parámetro °Brix.

4.3 Análisis de regresión

Los parámetros entre los cuales existe una correlación estadísticamente significativa y que aparecen en el apartado 4.2.1 y 4.2.2, serán evaluados mediante regresión simple según el modelo lineal $Y = a + b \cdot X$. Se determinará la recta que aproxima los puntos de intersección de los atributos evaluados y la pendiente de la misma.

El objetivo del presente apartado y que se profundiza en el apartado 4.4, es identificar cuáles son las relaciones cuya recta que las interpola tiene la pendiente más elevada. De esta forma, será posible saber qué variables sensoriales (impresión general, dulzor, acidez, color, consistencia, tipicidad del sabor y tipicidad del olor) influyen fuertemente en la aceptación sensorial del néctar (nota e impresión general), variables entre las cuales se demostró la existencia de una correlación significativa.

Variable dependiente: Nota

Variable independiente: Impresión general

- Coeficiente de correlación = 0,742772
- R-cuadrado = 55,171 %
- Error estándar de est. = 1,18089

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 55,171% de la variabilidad en nota. El coeficiente de correlación es igual a 0,742772, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Nota} = 8,3366 + 1,8238 * \text{Impresión general}$

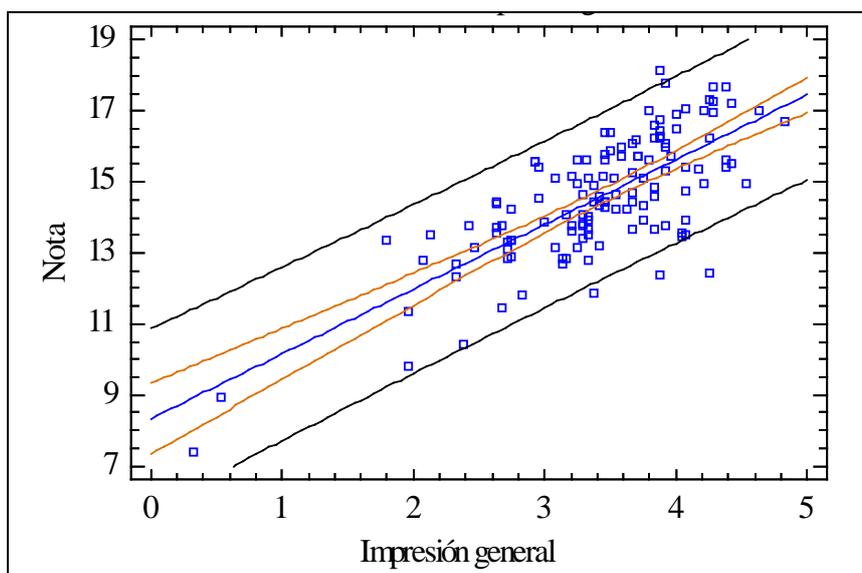


Gráfico 4.10: Regresión lineal entre nota e impresión general

Variable dependiente: Nota

Variable independiente: Dulzor

- Coeficiente de correlación = 0,5994
- R-cuadrado = 35,928 %
- Error estándar de est. = 1,41177

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 35,928% de la variabilidad en nota. El coeficiente de correlación es igual a 0,5994, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Nota} = 10,3374 + 1,0895 * \text{Dulzor}$

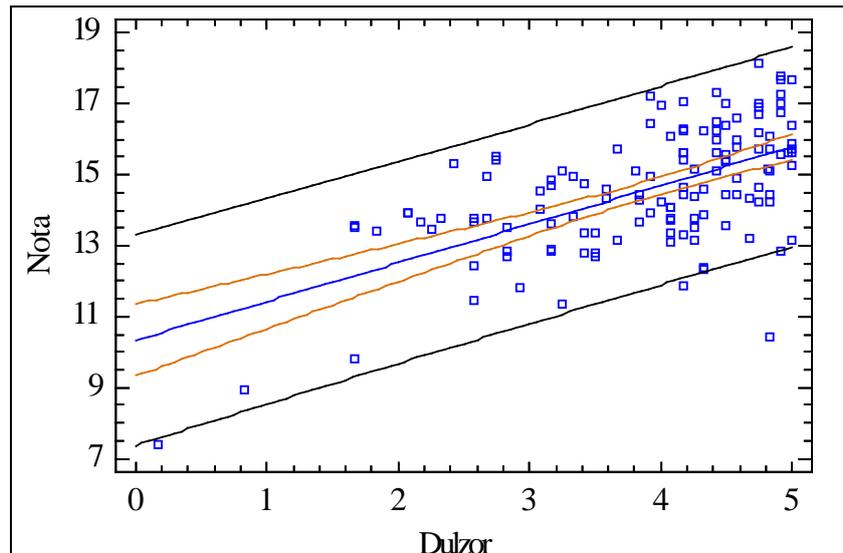


Gráfico 4.11: Regresión lineal entre nota y dulzor

Variable dependiente: Nota

Variable independiente: Consistencia

- Coeficiente de correlación = 0,544492
- R-cuadrado = 29,6472 %
- Error estándar de est. = 1,47935

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 29,6472% de la variabilidad en nota. El coeficiente de correlación es igual a 0,544492, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

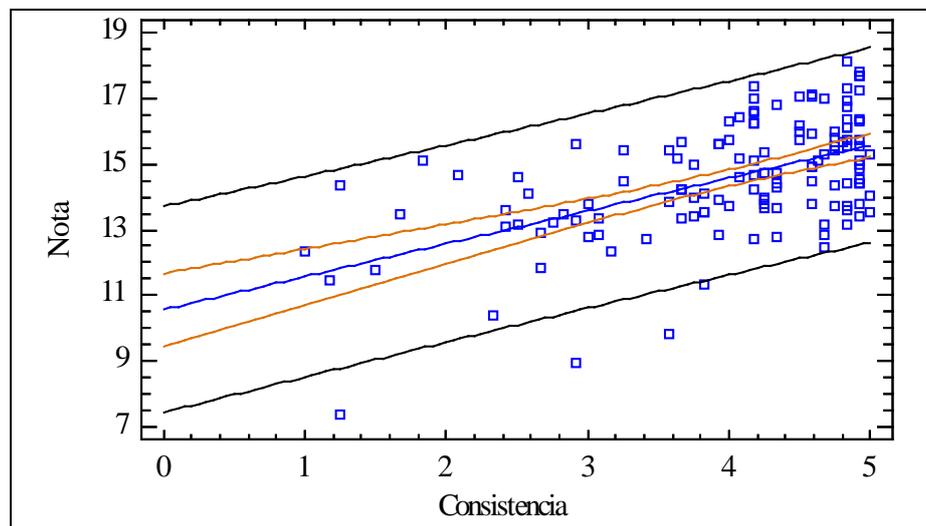


Gráfico 4.12: Regresión lineal entre nota y consistencia

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Nota} = 10,5813 + 0,9971 * \text{Consistencia}$

Variable dependiente: Nota

Variable independiente: Tipicidad del olor

- Coeficiente de correlación = 0,483815
- R-cuadrado = 23,4077 %
- Error estándar de est. = 1,54356

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 23,4077% de la variabilidad en nota. El coeficiente de correlación es igual a 0,483815, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Nota} = 10,9447 + 0,9902 * (\text{Tipicidad del olor})$

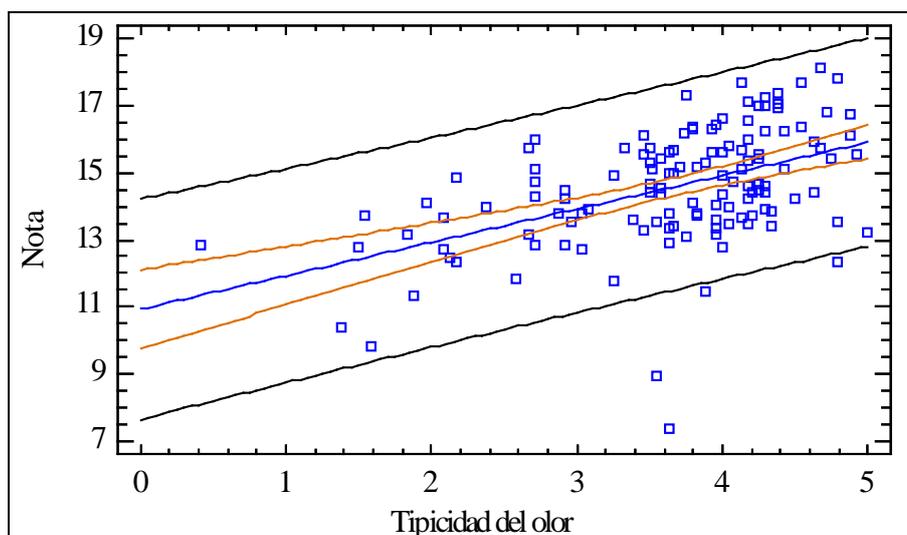


Gráfico 4.13: Regresión lineal entre nota y tipicidad del olor

Variable dependiente: Nota

Variable independiente: Tipicidad del sabor

- Coeficiente de correlación = 0,46934
- R-cuadrado = 22,028 %
- Error estándar de est. = 1,5574

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 22,028% de la variabilidad en nota. El coeficiente de correlación es igual a 0,46934, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Nota} = 10,7819 + 1,0457 * (\text{Tipicidad del sabor})$

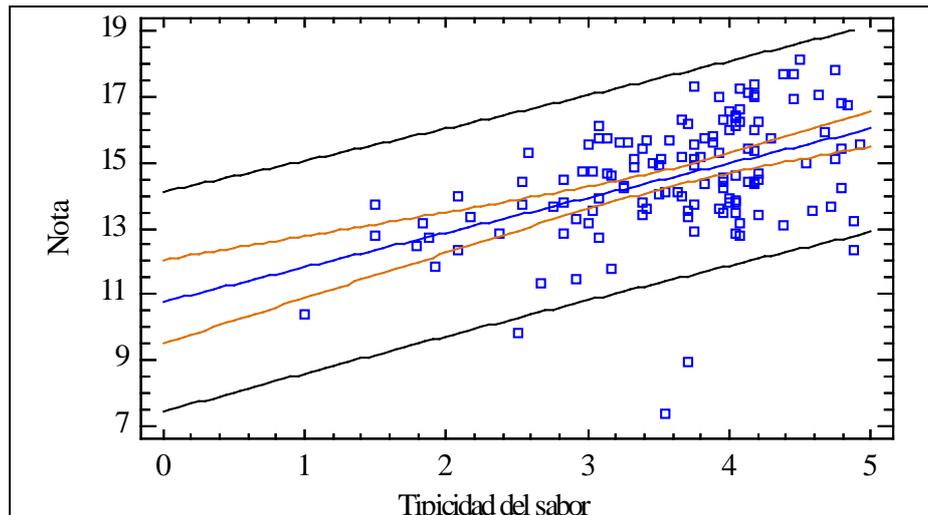


Gráfico 4.14: Regresión lineal entre nota y tipicidad del sabor

Variable dependiente: Nota

Variable independiente: Acidez

-
- Coeficiente de correlación = 0,283614
 - R-cuadrado = 8,04368 %
 - Error estándar de est. = 1,6913

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 8,04368% de la variabilidad en nota. El coeficiente de correlación es igual a 0,283614, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Nota} = 13,2525 + 0,3830 \cdot \text{Acidez}$

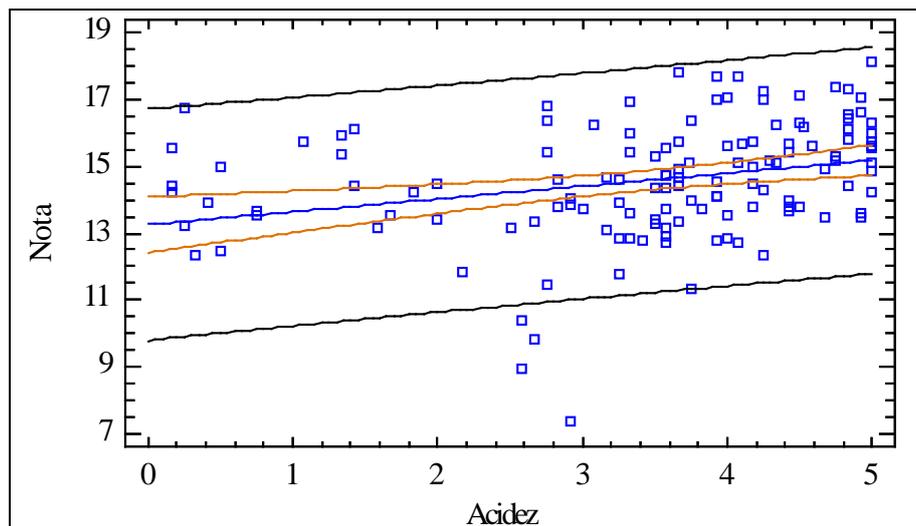


Gráfico 4.15: Regresión lineal entre nota y acidez

Variable dependiente: Nota
Variable independiente: Color

-
- Coeficiente de correlación = 0,274757
 - R-cuadrado = 7,54913 %
 - Error estándar de est. = 1,69584

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 7,54913% de la variabilidad en nota. El coeficiente de correlación es igual a 0,274757, indicando una relación relativamente débil entre las variables

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Nota} = 11,7705 + 0,7420 \cdot \text{Color}$

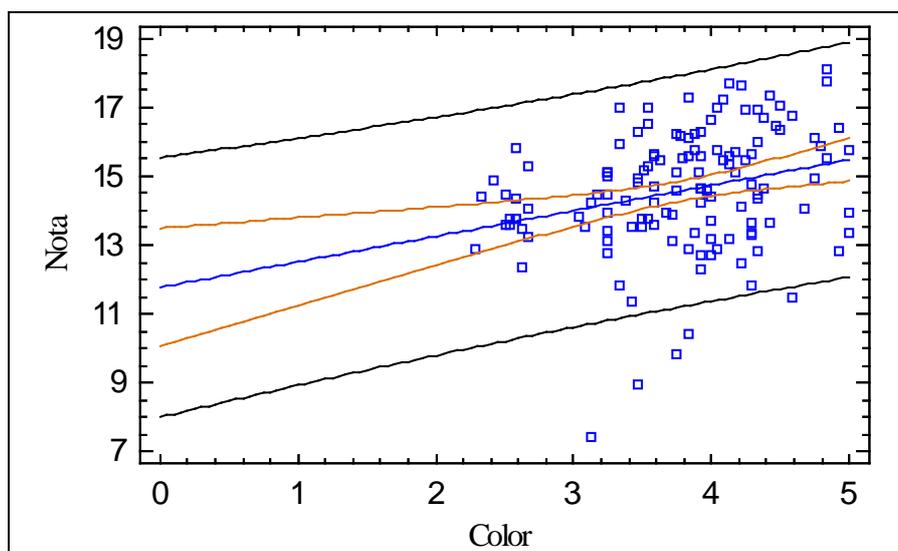


Gráfico 4.16: Regresión lineal entre nota y color

Variable dependiente: Impresión general
Variable independiente: Tipicidad del olor

-
- Coeficiente de correlación = 0,347955
 - R-cuadrado = 12,1073 %
 - Error estándar de est. = 0,673437

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 12,1073% de la variabilidad en impresión general. El coeficiente de correlación es igual a 0,347955, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Impresión general} = 2,3559 + 0,2900 \cdot (\text{Tipicidad del olor})$

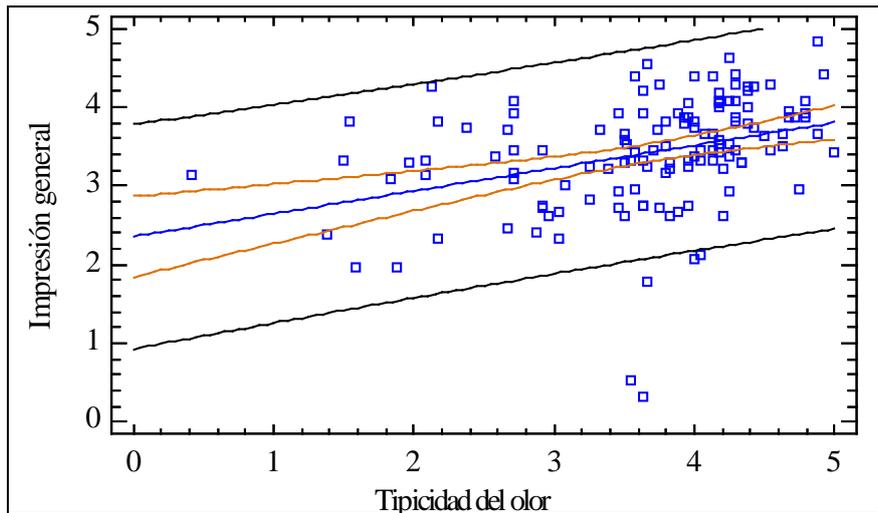


Gráfico 4.17: Regresión lineal entre impresión general y tipicidad del olor

Variable dependiente: Impresión general

Variable independiente: Tipicidad del sabor

-
- Coeficiente de correlación = 0,345261
 - R-cuadrado = 11,9205 porcentaje
 - Error estándar de est. = 0,674152

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 11,9205% de la variabilidad en impresión general. El coeficiente de correlación es igual a 0,345261, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

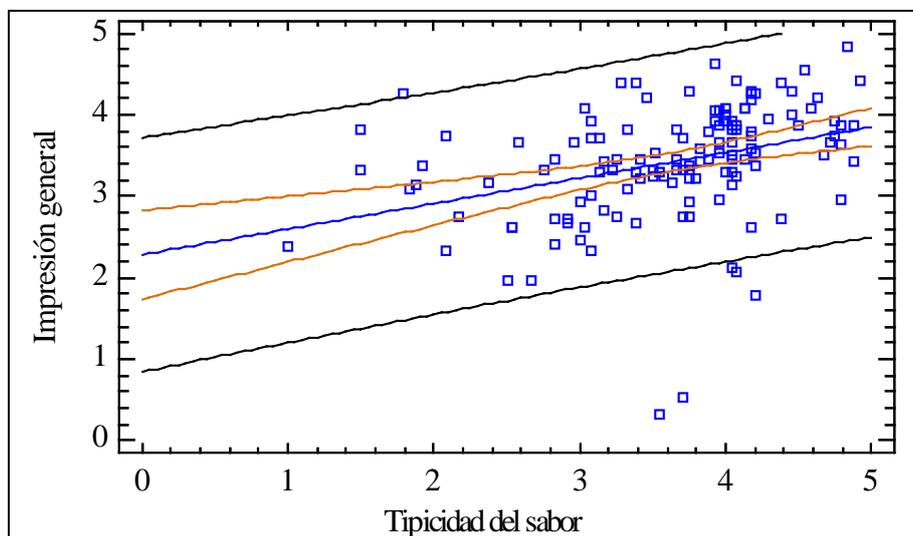


Gráfico 4.18: Regresión lineal entre impresión general y tipicidad del sabor

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Impresión general} = 2,2829 + 0,3133 * (\text{Tipicidad del sabor})$

Variable dependiente: Impresión general

Variable independiente: Dulzor

-
- Coeficiente de correlación = 0,309507
 - R-cuadrado = 9,57949 %
 - Error estándar de est. = 0,683053

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 9,57949% de la variabilidad en impresión general. El coeficiente de correlación es igual a 0,309507, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Impresión general} = 2,5277 + 0,2291 \cdot \text{Dulzor}$

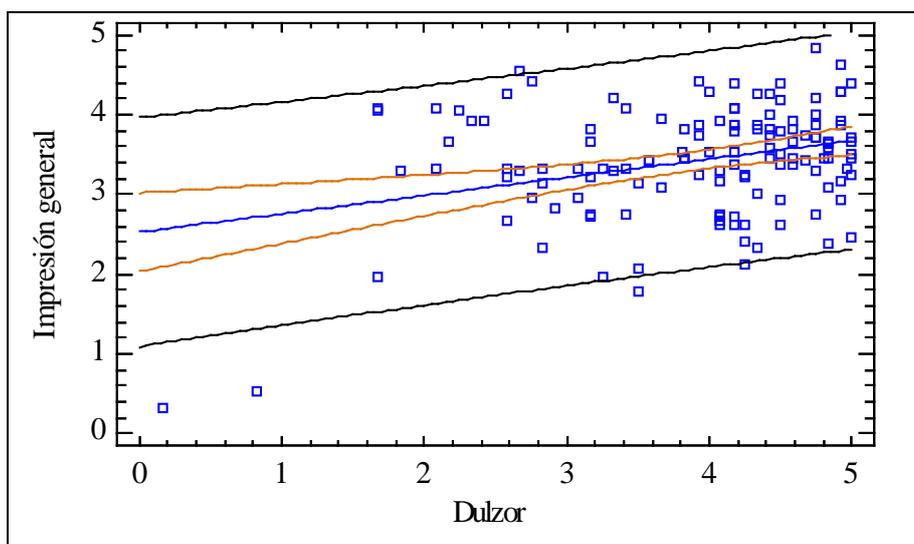


Gráfico 4.19: Regresión lineal entre impresión general y dulzor

Variable dependiente: Impresión general

Variable independiente: Consistencia

-
- Coeficiente de correlación = 0,26764
 - R-cuadrado = 7,16312 porcentaje
 - Error estándar de est. = 0,692119

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 7,16312% de la variabilidad en impresión general. El coeficiente de correlación es igual a 0,26764, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Impresión general} = 2,6193 + 0,1996 \cdot \text{Consistencia}$

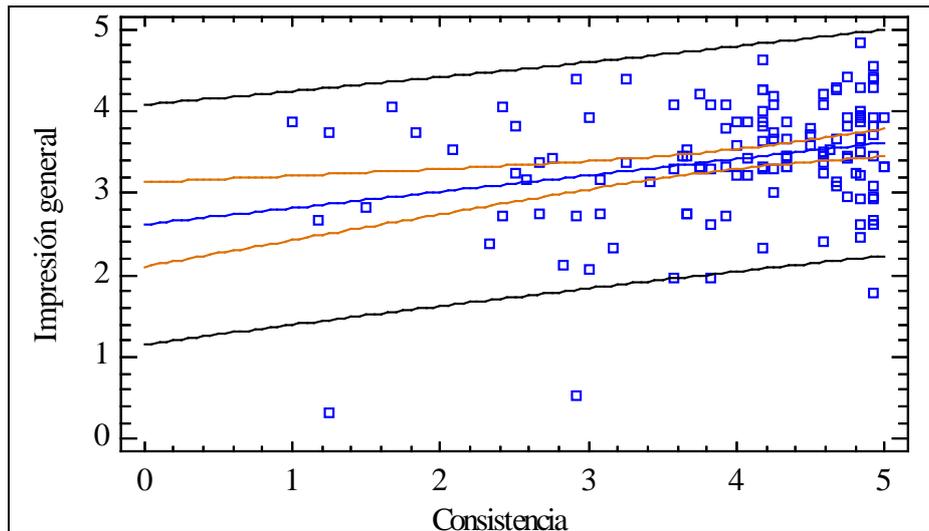


Gráfico 4.20: Regresión lineal entre impresión general y consistencia

Variable dependiente: Impresión general

Variable independiente: Color

-
- Coeficiente de correlación = 0,201809
 - R-cuadrado = 4,07268 %
 - Error estándar de est. = 0,703545

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 4,07268% de la variabilidad en impresión general. El coeficiente de correlación es igual a 0,201809, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

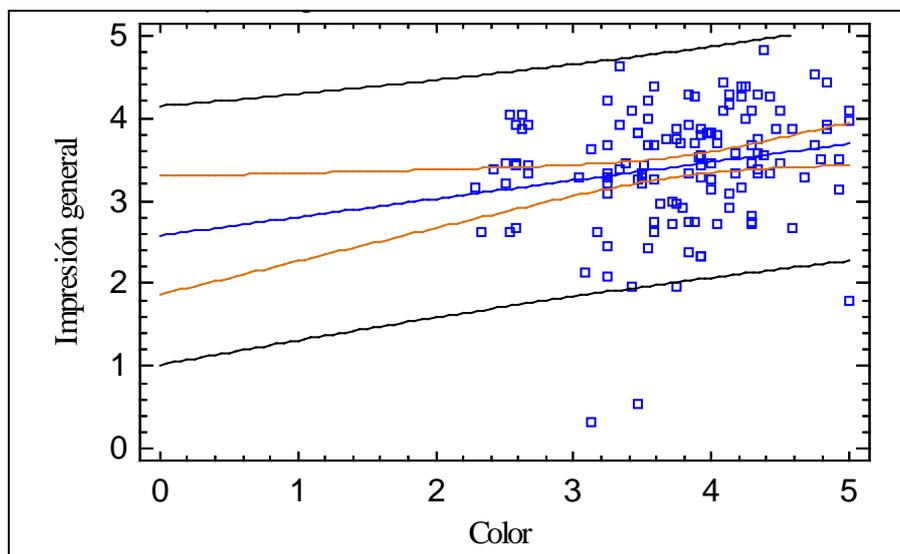


Gráfico 4.21: Regresión lineal entre impresión general y color

La ecuación del modelo ajustado es: $\text{Impresión general} = 2,5804 + 0,2220 \cdot \text{Color}$

4.4 Análisis de pendientes

En la Tabla 4.8 se resumen los valores obtenidos en apartado anterior. Cada fila de la tabla define los parámetros de la recta ($Y=a+bX$): el nombre de las variables, el valor del coeficiente independiente y su pendiente, ordenados en función a la magnitud de la pendiente.

Tabla 4.8: Variable dependiente, variable independiente, coeficiente independiente y pendiente de la recta que interpola la nube de puntos.

Variable		Coeficiente (a)	Pendiente (b)
Dependiente	Independiente		
Nota	Impresión general	8,3366	1,8238
Nota	Dulzor	10,3374	1,0895
Nota	Tipicidad del sabor	10,7819	1,0457
Nota	Consistencia	10,5813	0,9971
Nota	Tipicidad del olor	10,9447	0,9901
Nota	Color	11,7705	0,7420
Nota	Acidez	13,2525	0,3830
Impresión general	Tipicidad del sabor	2,2829	0,3132
Impresión general	Tipicidad del olor	2,3559	0,2900
Impresión general	Dulzor	2,5277	0,2291
Impresión general	Color	2,5804	0,2220
Impresión general	Consistencia	2,6193	0,1996

De las doce relaciones presentes en la tabla anterior, excluirémos a las relaciones nota-color, nota-consistencia y nota-acidez porque tienen una pendiente menor a 1 y la relación impresión general-consistencia por ser la última de la lista. Lo descrito anteriormente se hace porque la finalidad es concluir en pocas relaciones de causa-efecto que expliquen el comportamiento de la aceptación sensorial del néctar.

Es importante reconocer que la tipicidad del néctar (sabor y olor) en relación a las frutas utilizadas (mango y maracuyá) siempre determina fuertemente la nota y la impresión general del néctar.

En conclusión las variables que determinan fuertemente la aceptación del néctar son: impresión general, dulzor, tipicidad del sabor y tipicidad del olor.

4.5 Interpolación de una superficie

Los resultados de la Tabla 3.6 se muestran en el Gráfico 4.22 mediante un diagrama de dispersión, donde el eje Z corresponde al parámetro “Nota” y los ejes X e Y corresponden a la proporción de mango/maracuyá y contenido de azúcar (azúcar/agua), respectivamente.

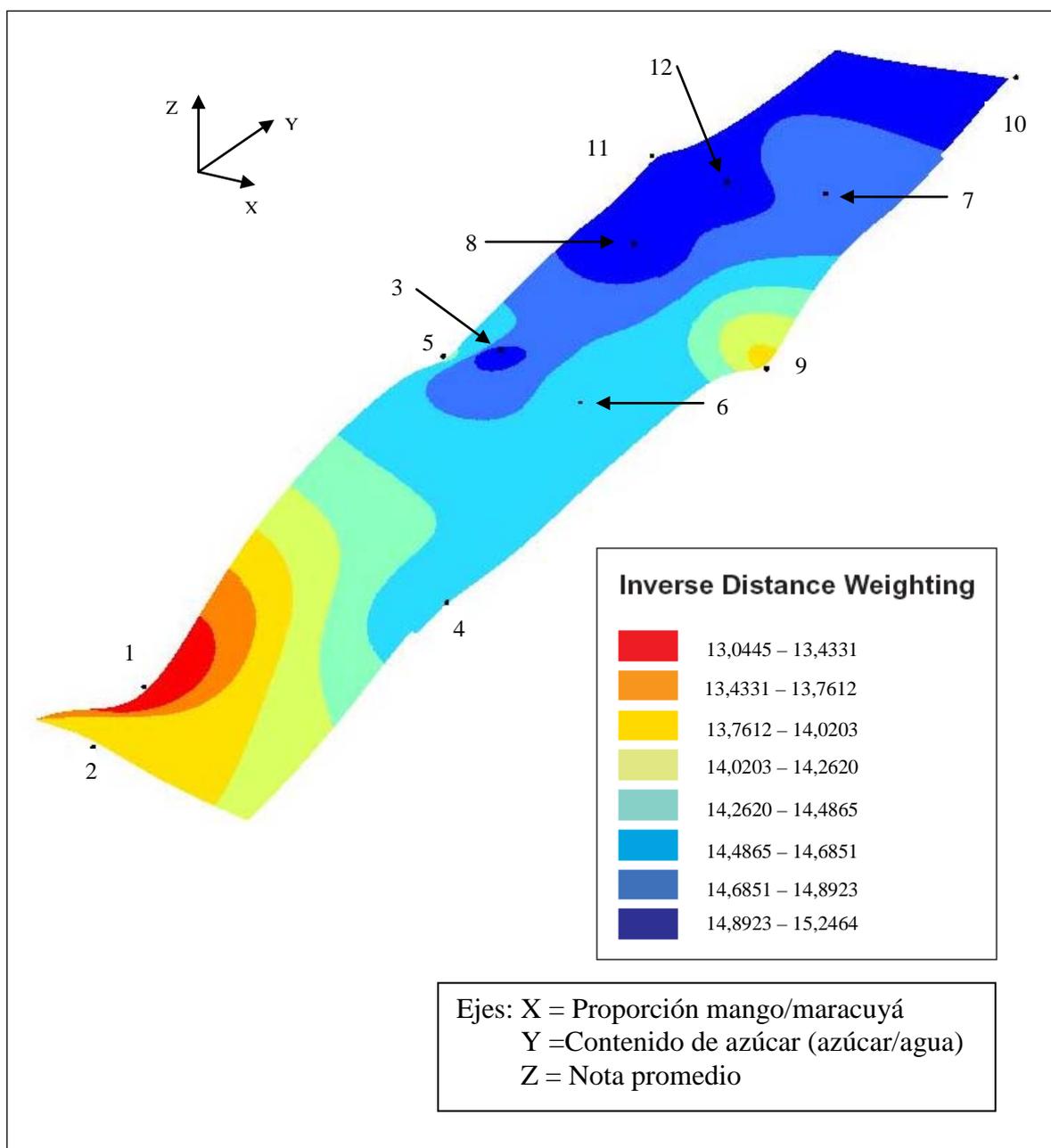


Gráfico 4.23: Superficie de aceptación (Nota promedio) del néctar mixto de frutas: mango y maracuyá

Finalmente, el Gráfico 4.24 muestra las superficie de aceptación del néctar mixto proyectada sobre los ejes X (proporción mango/maracuyá) e Y (azúcar/agua). Del mismo modo, las doce formulaciones o néctares se observan en el gráfico mediante puntos numerados.

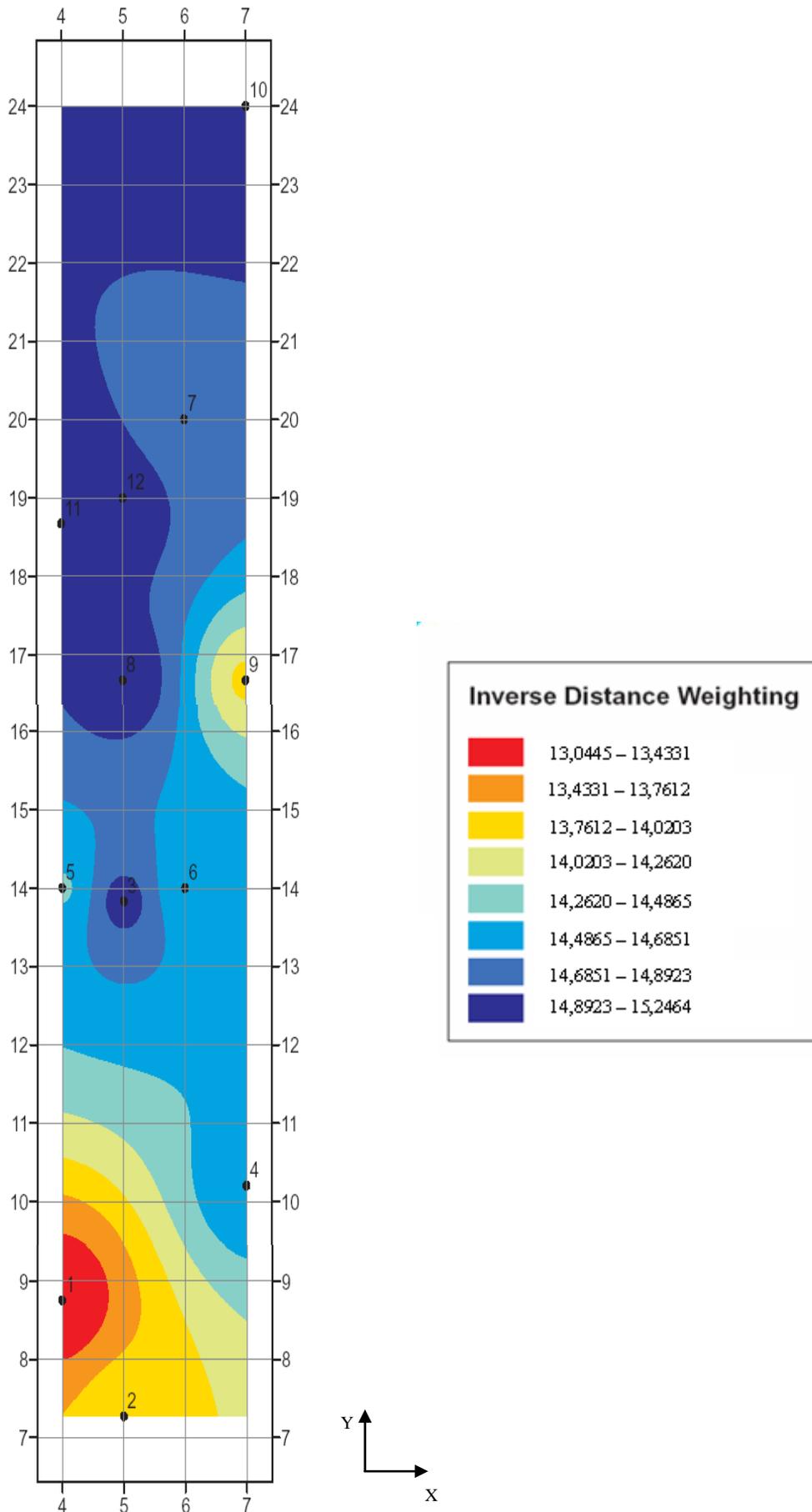


Gráfico 4.24: Proyección de la superficie de aceptación sobre el plano XY

En el Gráfico 4.23 se observa que las formulaciones F10, F12, F11 y F8 forman una superficie de nivel de color azul, nivel que agrupa a las formulaciones que tienen una calificación del parámetro “Nota” entre 14,89 y 15,24 (ver la leyenda del mismo gráfico). Esto comprueba los resultados obtenidos en el apartado 4.1, donde la prueba LSD de Fisher reúne a las mismas formulaciones anteriores (F10, F12, F11 y F8) como un grupo homogéneo. Es obvio que la formación de grupos homogéneos o superficies de nivel del ArcMap, es más riguroso y no se contradice con la prueba LSD aplicada.

El punto o formulación F3 que también pertenece al nivel de superficie de color azul pero aparece como un punto atípico, podría obviarse al momento de suavizar los puntos de la superficie. Según los resultados sensoriales, esta formulación cuenta con muy buena aceptación del atributo dulzor y este atributo es el que más influye en la calificación de la nota del néctar (según conclusión anterior). Lo que podría estar ocurriendo es el efecto Halo, que se define como un sesgo positivo producido cuando el entrevistador permite que una característica particular predomine en la valoración de las demás características del producto evaluado.

En este gráfico es posible deducir fácilmente el menor nivel del contenido de azúcar dentro del grupo homogéneo con mayor calificación pero no ocurre lo mismo con la variable del eje X (proporción mango/maracuyá). Sin embargo, la zona de colores claros que incluye al punto 9 puede ayudar en buena parte, deduciéndose que a este nivel de azúcar, no es tan recomendable proporciones de mango/maracuyá de 6 a 7 aproximadamente.

Del Gráfico 4.24, se concluye que el nivel mínimo de azúcar/agua para obtener una formulación con un buen nivel de aceptación es de 16% y una proporción mango/maracuyá máxima de 5,80 aproximadamente. Sabiendo que todas las formulaciones tienen igual contenido de pulpa y de agua, es decir, 50% de pulpa y 50% de agua, las proporciones óptimas se pueden convertir a porcentajes sobre el 100% de la mezcla y resulta: 42,30% de pulpa de mango; 7,69 % de pulpa de maracuyá y 8% de azúcar. Ésta es la escala que utiliza el estudio sobre la aceptación sensorial de un néctar mixto de papaya, maracuyá y acerola [20].

En el mencionado estudio se recomienda las formulaciones con más de 39% de papaya y más de 17% de azúcar, se remarca que el incremento del contenido de maracuyá en los néctares, reduce la aceptación de los mismos. Por lo tanto, en el presente estudio se recomendaría aumentar la proporción mango/maracuyá a un nivel de 5,80 o contenido de mango mayor a 42,3%; para que de esta forma se conserven los atributos positivos del maracuyá.

La formulación óptima entre las doce formulaciones de néctares tiene un 18,67% de azúcar (azúcar/agua) y una proporción mango/maracuyá de 4, valores que equivalen a decir: 40% de mango, 10% maracuyá y 9,34% de azúcar.

Conclusiones

La aplicación de las dos partes constituyentes del análisis sensorial de alimentos (recopilación y análisis estadístico de los datos) hizo posible la obtención de una formulación optimizada de mango y maracuyá. De esta forma se cumplió el primer objetivo general de la tesis.

Se evaluaron doce formulaciones tanto a nivel físico-químico como sensorial, empleando instrumentos de laboratorio y mediante la conformación de un panel de evaluadores que participó de manera ordenada y siguiendo las recomendaciones del análisis sensorial encontradas en la bibliografía.

Los resultados del análisis estadístico arrojan conclusiones que coinciden con el análisis de los gráficos de barras, los mismos que se corroboran con la lógica simple (causa-efecto) del comportamiento entre las variables.

Al momento de encontrar correlaciones entre la aceptación del néctar y las variables físico-químicas, los resultados proporcionan información sólo referente a los °Brix. Por tal motivo, con la finalidad de ampliar el número de variables físico-químicas que influyen en la aceptación del néctar se sugiere – en otro tema de tesis – trabajar con otras variables complementarias distintas a las utilizadas, tales como: ácido ascórbico, contenido de fibra, entre otras.

Se mencionó que la viscosidad del néctar se incrementa cuando aumenta la proporción del mango. Ya que se plantea como recomendación una alta proporción mango/maracuyá, los costos de producción por concepto de gomas o espesantes, serían menores.

Entre las doce formulaciones no existe diferencia estadísticamente significativa para la apreciación del color, la acidez y la tipicidad del sabor y olor del néctar. Por lo tanto, la variación de los mismos dentro del mismo rango utilizado, no alterará significativamente la aceptación del néctar. Así mismo, una coloración más clara a causa del aumento del contenido de mango, mejora las percepciones del néctar aunque sin variar significativamente.

Los parámetros sensoriales que están fuertemente correlacionados y explican la calidad del néctar son: dulzor, tipicidad del sabor y tipicidad del olor; sin importar mucho la acidez, la consistencia o el color.

Un nivel aceptable de dulzor o su correspondiente nivel de °Brix no está en los extremos, es decir, un bajo o un alto contenido de sólidos solubles, sino a un nivel promedio de 13,8 °Brix.

Además, los parámetros tipicidad del sabor y tipicidad del olor tienen mayor calificación cuando el contenido de mango aumenta.

Ya que el pH no está relacionado con ninguno de los atributos sensoriales que definen fuertemente la calificación del néctar, este parámetro puede ser regulado libremente, en el rango permitido por las normas del Codex Alimentarius.

Aunque el atributo consistencia no define significativamente la calidad o aceptación del néctar, vale mencionar que reducir la viscosidad del mismo hasta 4,17 cP, no alterará la percepción de este atributo.

La formulación óptima entre las doce ensayadas fue F1, con un 18,67% de azúcar/agua y una proporción mango/maracuyá de 4, valores que equivalen a decir: 40% de mango, 10% maracuyá y 9,34% de azúcar.

El nivel mínimo de azúcar/agua para obtener una formulación con un buen nivel de aceptación es de 16% y una proporción mango/maracuyá máxima de 5,80 aproximadamente, que es lo mismo decir: 42,30% de pulpa de mango; 7,69 % de pulpa de maracuyá y 8% de azúcar.

Según la Tabla 2.4 del Capítulo 2, F1 se calificaría como un néctar “aceptable”, lo cual asegura su conveniencia comercial. Sin embargo, es posible añadirle nuevos componentes y evaluar sus mejoras. El estudio del Brasil utiliza la acerola, fruta con alto contenido de vitamina C. En el Perú se cultiva el camu camu, fruta que tiene mucho más ácido ascórbico. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la vitamina C es muy sensible a los cambios de temperatura.

En la industria alimentaria el tecnólogo de alimentos investiga si el producto es agradable o no, o si es preferible a otro, mientras que la determinación de la aceptación comercial del producto corresponde a los expertos en mercadotecnia. Esto podría plantear la continuación del presente tema de tesis con el propósito de evaluar la factibilidad de su lanzamiento en el mercado o seguir el mismo análisis estadístico para compararlo con néctares existentes en el mercado.

Como se mencionó en el Capítulo 1, la confiabilidad de los resultados dependerá de la exactitud de los datos recopilados del panel de evaluadores. Por tanto, se recomienda afinar ciertos aspectos como el entrenamiento de los evaluadores para que diferencien bien cada atributo evaluado.

La metodología utilizada para la interpolación de la superficie de aceptación sensorial del néctar es distinta a la empleada en el estudio de la Universidad Federal de Bahía en Brasil. Esta última emplea la metodología conocida como “superficies de respuesta”, la cual sólo está incluida en los software estadísticos completos. No obstante, la metodología *Inverse Distance Weighting* (IDW) del presente tema de tesis es de uso habitual en otras ramas de la ingeniería.

A la luz de los resultados, vale decir que los coeficientes de los atributos sensoriales del parámetro “Nota” (ver Tabla 2.3) pueden afinarse aún más en función a las diferencias significativas encontradas en el análisis estadístico. Es así como el color y la consistencia podrían tener un coeficiente de 0,3 y 0,4 respectivamente. Estos cambios deberían ir en aumento de los coeficientes de los atributos: dulzor, tipicidad del sabor y tipicidad del olor.

Al inicio de la tesis, el mercado de néctares mixtos de frutas era muy reducido. Sin embargo, en los últimos meses, han aparecido varias marcas de “*blends*” o néctares mixtos de frutas.

Referencias bibliográficas

- [1] Diario GESTIÓN. Edición 25/07/07
- [2] Diario EL COMERCIO. Suplemento Mi Negocio. Edición 19/08/07
- [3] MILACATL, V. (2003). Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/milacatl_h_v/_capitulo_3.html
- [4] Revista Alimentos. Diciembre 2005 N° 24. Pág.14
- [5] www.minag.gob.pe. Ministerio de Agricultura. Consultada Junio 2007
- [6] www.sunat.gob.pe. ADUANET. Consultada Junio 2007
- [7] Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura del Ecuador.
- [8] PROCITRUS - Asociación de Productores de Cítricos del Perú. Disponible en: http://www.procitrus.org/citricos_salud.htm
- [9] www.bolivianet.com/maracuya/index.html Consultada: 15/10/07
- [10] SERNA, J., CHACÓN, C. (1992). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. El cultivo de maracuyá. Manizales.
- [11] www.sunat.gob.pe. ADUANET. Consultada Junio 2007
- [12] Codex Alimentarius. Disponible en: www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp
- [13] Machinery & Equipment, Inc. Disponible en: <http://www.machineryandequipment.com>
- [14] GUEVARA, A. (2001). Elaboración de zumos, pulpas y néctares de frutas. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- [15] ANZALDÚA-MORALES, A. (1994). Evaluación sensorial de alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España.
- [16] PEDRERO, D.; PANGBORN, R. M. (1996). Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Editorial ALHAMBRA Mexicana.
- [17] UREÑA, M.O.; D'ARRIGO, M.; GIRÓN, O. (1999). Evaluación sensorial de los alimentos. 1era Edición. Editorial Agraria.
- [18] KRAMER, A. (1964). Definition of texture and its measurement in vegetables products. Food Technology. 18:304.
- [19] CEREZAL, P; DUARTE, G. (2005). Utilización de cáscaras en la elaboración de productos concentrados de frutas. Departamento de Alimentos de la Universidad de Antofagasta. Disponible en: www.jpacd.org/V7/V7P61-83Cere1R1.pdf
- [20] MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S.; CARDOSO, R.L.; FERREIRA, D.C. (2004). Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162004000600007
- [21] SPSS. Manual de usuario SPSS 15.0

- [22] Statgraphics. Manual de usuario Statgraphics 4.0
- [23] Association of official analytical chemists-AOAC(1995). Official methods of analysis.
- [24] HART, F.; FISHER, H. (1991). Análisis Moderno de los alimentos. Acribia. Zaragoza
- [25] Manual No. M/92-161-H895, Brookfield Digital Viscometer, Model DV-II+ Version 3.2
- [26] Intermediate Technology Development Group. (1998). Néctares de fruta. ITDG-Perú.
- [27] BERENSON, M.; LEVINE, D.; KREHBIEL, T. (2001). Estadística para administración. México, DF, Pearson Educación.
- [28] ArcMap. Manual de usuario ArcMap 1.0

Anexo 1
Encuesta de convocatoria y selección

Nombre: _____ **Edad:** ____ **Sexo:** ____ **Fecha:**

Salud: **Enfermedad que pueda afectar sus sentidos** _____
Frecuencia _____

¿Es daltónico? No Si

Hábitos: **¿Fuma?** No Si

¿Cuántos cigarrillos al día? _____

Horario de alimentos:

Desayuno	_____	AM
Almuerzo	_____	PM
Cena	_____	PM

¿Padece de alguna intolerancia a algún alimento? No Si

¿Cuál(es)? _____

¿Está usted dispuesto a participar en degustaciones de alimentos?

No Si

¿Le disgusta en lo particular algún alimento como para no participar en una degustación?

No Si

¿Cuál(es)? _____

Anexo 2
Formato de llenado: Ordenamiento de muestras dulces y ácidas

Nombre: _____ Fecha: _____

Se le han entregado 2 grupos de 5 muestras cada una. El primer grupo (más próximo a usted en la mesa) corresponde a muestras dulces y otro grupo corresponde a muestras ácidas.

Primero pruébelas y ordene las muestras de menor a mayor intensidad de sabor.

Entre cada muestra, enjuáguese la boca con agua.

PROCURE NO INGERIR LAS MUESTRAS

DULCE:

ESCRIBA LAS CLAVES DE LAS MUESTRAS, DE MENOR A MAYOR INTENSIDAD

ÁCIDO:

ESCRIBA LAS CLAVES DE LAS MUESTRAS, DE MENOR A MAYOR INTENSIDAD

MUCHAS GRACIAS

Anexo 3

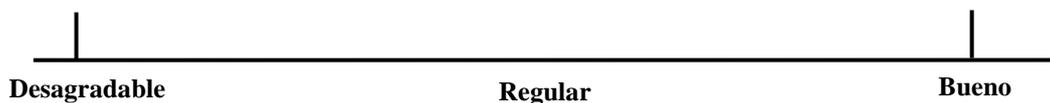
Caracterizar cada muestra según el atributo sensorial que se le presenta a continuación, haciendo una raya perpendicular a la línea horizontal según sea la intensidad del atributo evaluado.

Nombre: _____

Fecha: _____ Hora: _____ Muestra: _____

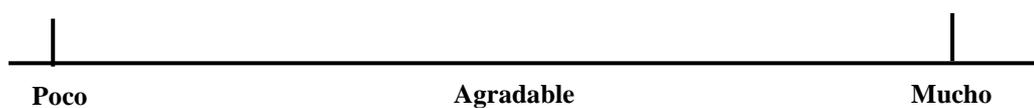
1. Aspecto:

Color del producto:



2. Sabor:

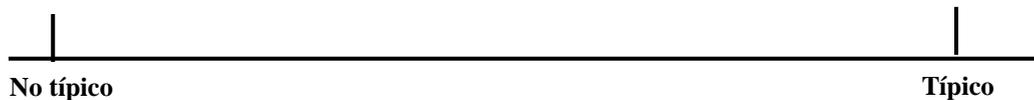
2.1. Dulzor



2.2. Acidez



2.3. Tipicidad



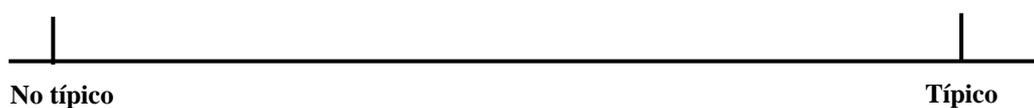
3. Textura:

Consistencia/Espesura



4. Olor:

Tipicidad de las frutas



5. Impresión general:



Observaciones:

Anexo 4
Resultados sensoriales - Distancias medidas en cm.

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad	
1	1	7,5	0,2	8,5	8,5	1,5	8,7	0,8
	2	8,3	1,0	8,9	8,9	3,5	8,5	1,3
	3	7,4	5,1	6,1	9,7	3,4	9,7	5,1
	4	7,8	4,2	4,7	9,8	3,6	9,6	5,0
	5	9,4	5,0	7,2	9,3	4,7	9,4	9,1
	6	9,2	3,8	7,7	9,0	8,8	8,7	6,6
	7	9,7	8,2	4,0	6,8	4,7	7,0	6,5
	8	8,4	3,4	10,0	8,9	6,0	8,5	8,0
	9	9,4	5,0	6,0	9,5	4,8	9,4	9,3
	10	9,4	3,4	7,7	7,4	5,0	7,3	5,6
	11	9,2	6,1	6,2	9,0	6,2	9,0	10,3
	12	8,3	5,3	5,4	8,8	6,1	9,1	9,2
2	1	5,6	5,1	7,6	10,0	6,1	10,1	6,3
	2	6,2	6,5	6,2	9,3	6,3	9,7	8,3
	3	5,8	6,5	7,6	9,0	6,5	9,6	8,1
	4	6,1	4,9	7,4	6,1	6,2	9,2	6,3
	5	6,2	7,7	7,8	9,2	6,3	8,6	8,2
	6	6,2	7,1	5,0	8,1	6,1	7,3	6,4
	7	6,0	8,2	8,0	8,2	5,8	8,1	7,7
	8	6,4	8,3	8,5	8,4	6,0	9,5	8,0
	9	6,2	9,2	6,6	9,7	8,4	8,7	9,4
	10	6,4	9,1	6,3	9,4	6,0	9,3	9,4
	11	6,3	9,3	6,4	9,5	10,0	10,0	9,7
	12	6,1	10,0	6,1	9,4	9,1	9,5	9,7
3	1	9,6	7,4	10,3	9,9	5,2	10,3	8,3
	2	9,2	7,1	6,2	7,4	6,2	8,3	9,4
	3	10,1	6,0	4,9	10,5	6,1	9,9	10,5
	4	9,8	7,3	5,1	9,8	6,1	10,3	10,6
	5	10,3	4,9	7,6	5,2	3,7	8,7	6,6
	6	8,5	5,1	6,7	6,8	5,5	6,9	5,8
	7	9,4	5,7	3,8	7,5	5,0	8,4	7,9
	8	6,0	6,2	7,0	6,8	5,5	7,0	8,3
	9	8,0	5,0	2,6	4,6	3,2	6,2	8,1
	10	9,3	6,0	4,4	7,4	5,9	8,0	8,9
	11	8,5	6,0	4,2	6,2	6,4	8,4	8,8
	12	8,6	6,6	4,8	7,3	4,6	7,1	6,3

Anexo 4 (continuación)
Resultados sensoriales - Distancias medidas en cm.

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad	
4	1	8,9	4,9	8,2	10,5	2,9	9,0	6,5
	2	10,8	6,0	3,3	9,7	6,1	10,9	8,3
	3	11,6	6,3	6,0	10,8	6,2	11,2	9,3
	4	11,8	5,4	4,5	9,7	6,2	9,1	8,4
	5	7,6	5,0	6,2	6,1	6,1	8,4	6,3
	6	9,1	6,1	6,0	7,2	6,2	8,3	7,0
	7	8,3	7,3	6,4	8,4	6,5	7,8	7,8
	8	8,6	6,3	6,0	7,8	4,4	7,0	6,6
	9	7,8	6,0	9,0	7,2	6,2	6,4	5,9
	10	7,8	6,2	6,0	8,0	6,1	6,5	7,4
	11	8,1	7,4	5,1	7,8	5,2	6,5	8,3
	12	8,0	5,5	6,0	9,6	6,3	6,5	9,4
5	1	7,8	6,9	6,3	9,1	7,1	9,2	7,7
	2	7,8	2,2	4,2	8,1	4,5	10,4	7,9
	3	8,5	6,7	6,2	9,6	5,0	10,0	9,6
	4	8,4	8,8	3,4	9,6	6,9	9,2	7,9
	5	9,7	5,4	5,9	10,0	5,4	10,5	9,1
	6	7,3	8,0	3,5	9,7	7,7	10,4	7,9
	7	10,0	8,1	4,9	9,0	7,0	9,9	8,0
	8	9,8	7,0	8,7	9,9	7,7	10,2	9,8
	9	10,8	7,0	5,4	9,9	5,5	10,0	9,8
	10	10,4	7,2	7,3	10,0	5,6	10,3	10,3
	11	9,3	6,8	3,7	10,1	7,0	10,6	10,2
	12	10,6	6,7	6,3	10,0	7,0	10,5	10,2
6	1	11,0	3,1	8,7	7,0	1,4	9,3	6,4
	2	10,3	3,5	8,1	7,6	1,8	7,8	6,8
	3	10,1	4,9	7,3	8,7	3,1	9,1	7,6
	4	9,9	5,4	7,7	9,0	6,1	10,2	7,0
	5	9,4	4,8	2,2	9,5	4,4	10,0	8,5
	6	9,6	5,1	1,9	9,8	3,0	9,5	7,8
	7	9,9	5,4	1,6	10,0	5,1	10,0	10,0
	8	9,5	5,2	3,4	9,7	3,0	10,3	9,2
	9	10,5	5,0	7,6	10,1	2,5	10,2	8,5
	10	10,4	5,6	4,3	10,0	1,5	9,6	9,0
	11	10,4	5,3	8,0	10,0	5,4	10,0	8,6
	12	10,4	5,4	2,4	10,1	3,9	10,2	8,1

Anexo 4 (continuación)
Resultados sensoriales - Distancias medidas en cm.

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad	
7	1	9,0	2,0	8,8	6,0	4,3	3,8	4,7
	2	8,2	3,9	7,5	6,4	4,6	4,5	4,7
	3	8,9	5,2	8,1	7,4	5,1	7,4	7,2
	4	9,4	5,2	6,9	5,0	3,8	5,2	5,6
	5	10,3	5,0	7,8	7,0	3,5	8,3	6,5
	6	10,3	5,3	6,7	8,2	4,4	9,9	8,3
	7	9,6	5,5	5,9	9,8	5,0	9,6	9,2
	8	9,9	6,1	4,7	10,7	5,9	10,9	10,3
	9	9,3	4,1	8,8	8,9	4,4	9,5	6,6
	10	10,2	6,3	4,0	10,7	6,2	10,5	9,6
	11	9,4	4,3	8,1	7,6	4,9	10,0	8,2
	12	10,0	6,2	7,0	9,2	4,8	8,4	8,6
8	1	10,4	7,9	7,9	3,6	5,2	3,6	8,0
	2	9,6	7,4	7,7	3,6	6,3	3,7	9,2
	3	9,9	7,6	7,7	4,4	6,4	4,4	7,4
	4	8,5	5,7	7,2	11,1	5,5	10,5	10,1
	5	9,2	6,2	8,9	2,4	2,8	3,3	5,7
	6	9,7	6,3	6,0	7,5	5,4	6,4	8,9
	7	10,6	8,9	5,3	6,6	5,2	5,0	8,0
	8	10,3	7,9	7,7	7,3	5,1	6,5	9,8
	9	9,6	7,8	4,9	4,5	4,1	5,0	7,5
	10	5,5	5,9	7,2	5,7	3,7	6,5	7,6
	11	8,3	8,2	6,0	8,0	6,1	5,2	9,2
	12	8,8	7,3	7,5	5,0	5,1	5,7	9,0
9	1	12,0	4,2	9,6	10,1	6,1	8,8	4,3
	2	11,8	3,4	3,9	9,7	6,4	1,0	7,5
	3	10,1	8,9	0,6	4,3	6,4	5,1	10,2
	4	12,0	9,5	0,5	9,6	4,7	10,3	9,8
	5	12,0	7,6	1,3	10,3	5,8	11,2	9,5
	6	7,5	6,2	0,2	11,5	7,0	10,8	8,7
	7	11,4	8,8	0,6	10,9	6,1	8,8	10,9
	8	11,5	6,0	1,6	11,2	6,5	11,1	8,4
	9	6,4	6,4	0,3	11,7	3,3	12,0	8,2
	10	11,6	8,7	0,2	11,8	5,7	11,8	10,6
	11	11,4	6,2	1,7	9,7	6,2	11,7	8,8
	12	10,5	6,3	0,3	11,6	6,2	11,7	11,6

Anexo 4 (continuación)
Resultados sensoriales - Distancias medidas en cm.

Evaluador	Muestra	Aspecto	Sabor			Textura	Olor	Impresión general
		Color	Dulzor	Acidez	Tipicidad	Consistencia	Tipicidad	
10	1	8,4	3,1	8,4	9,0	7,2	10,1	7,7
	2	9,0	5,0	6,8	9,8	7,0	10,3	9,3
	3	8,0	6,1	6,9	9,4	5,0	10,2	11,1
	4	11,2	7,1	4,7	8,5	4,6	4,7	7,9
	5	7,8	8,0	5,0	8,3	4,5	8,7	10,1
	6	8,6	7,0	5,5	7,9	3,5	9,6	10,5
	7	8,6	8,2	4,3	7,1	5,2	9,8	8,8
	8	10,2	6,6	8,0	8,1	3,9	8,6	10,5
	9	8,4	6,2	5,2	8,8	4,4	8,9	8,3
	10	10,7	7,3	6,2	9,7	4,9	9,5	9,3
	11	9,0	8,3	7,3	9,5	5,9	8,6	7,1
	12	7,8	9,5	6,7	8,8	4,5	9,7	8,0
11	1	11,6	6,1	7,6	11,4	6,1	11,5	9,4
	2	11,0	6,1	3,3	11,5	5,2	11,3	9,3
	3	10,3	9,4	0,9	11,3	5,1	9,9	8,8
	4	7,8	6,5	0,2	9,5	6,2	11,1	8,8
	5	9,2	6,0	6,0	7,7	4,7	8,7	8,0
	6	8,6	6,0	4,9	8,6	5,8	8,8	7,8
	7	9,4	7,4	4,5	8,4	5,6	8,4	8,5
	8	9,1	6,3	6,6	8,9	5,4	9,0	8,9
	9	6,3	6,8	0,4	11,7	1,2	11,5	9,3
	10	8,7	3,3	5,3	11,5	6,3	11,4	7,1
	11	9,0	6,7	6,8	11,4	2,2	10,6	9,0
	12	8,2	10,0	0,9	11,0	7,4	11,5	9,8